INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

Revista de psicología y neurociencias

Enero / Febrero 2016 · N.º 76 · 6,90 € · menteycerebro.es

Mente&Cerebro

YIHADISMO

Claves psicológicas del reclutamiento

NUEVA SERIE

Estimulación cerebral

Electricidad, campos magnéticos y ultrasonidos

Memoria

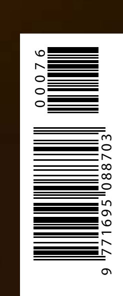
La importancia de la neurogénesis

Aprendizaje

Desarrollo del lenguaje en los bebés

Emociones

Cómo regulamos los sentimientos

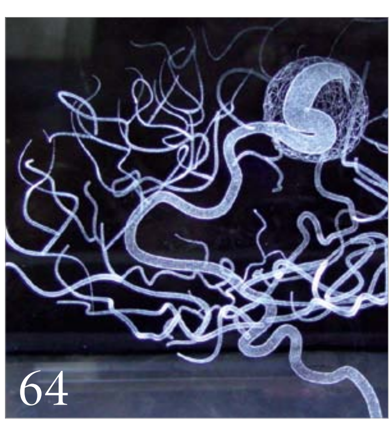


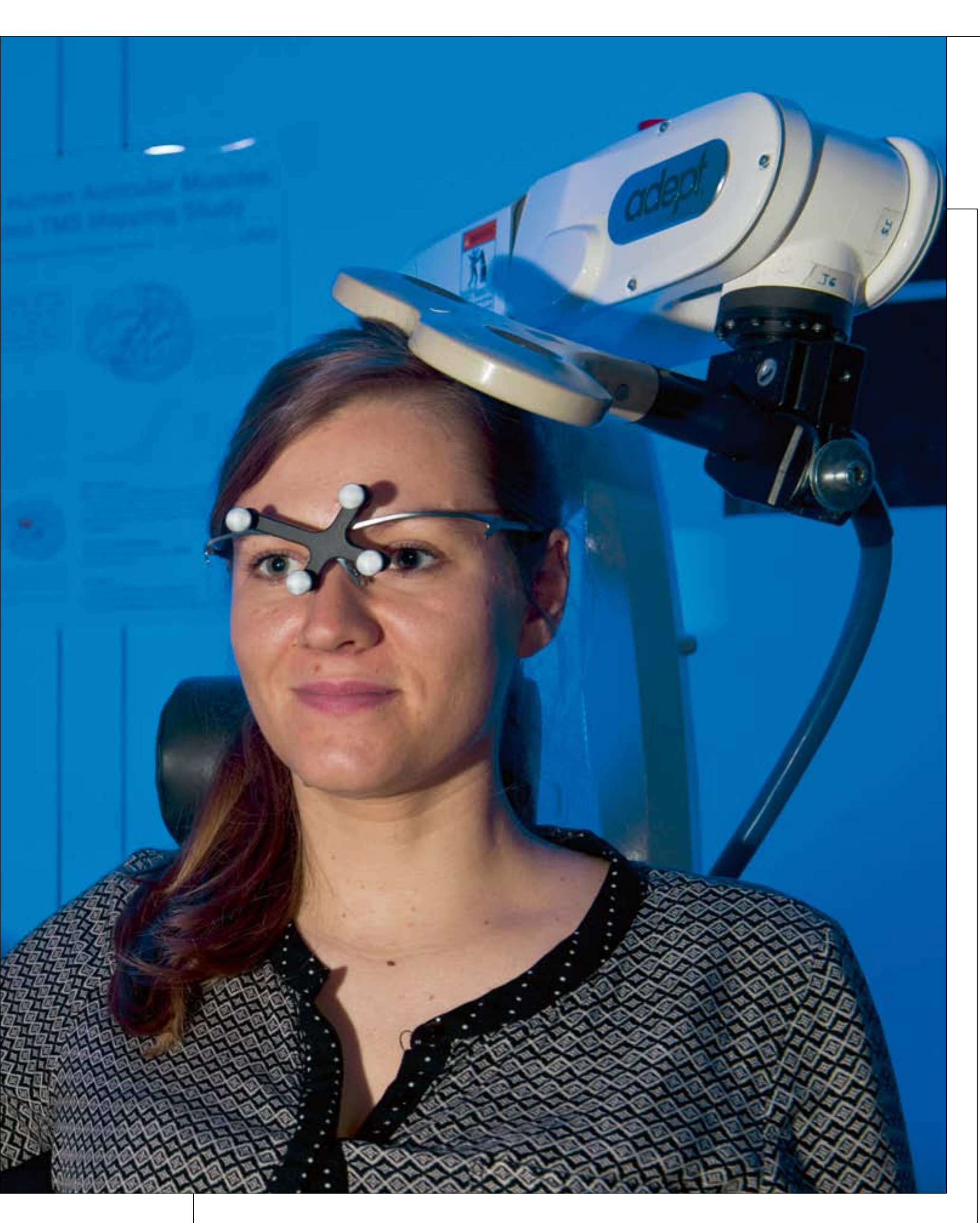
EN ESTE NÚMERO


10



26


64



Nueva serie: «Métodos de manipulación cerebral»



Las supuestas pérdidas de memoria durante la gestación pueden producirse por las expectativas de la propia madre.

ISTOCK / WORAPUT

Memoria

Olvidos durante el embarazo

Cuatro de cada cinco mujeres embarazadas aseguran sufrir una merma en la memoria y la capacidad cognitiva. Sin embargo, los estudios sobre la llamada «amnesia del embarazo» no respaldan tales afirmaciones. Aunque algunos trabajos sostienen que las gestantes ejecutan con mayor dificultad ciertas tareas, otras investigaciones, entre ellas la del equipo de la Universidad Brigham Young, no confirman esos efectos. Algunos expertos opinan que el «cerebro de embarazo», así como su versión posnatal («cerebro de maternidad»), podrían deberse a sesgos de confirmación positiva, es decir, las embarazadas y las madres primerizas prevén que van a experimentar cierto deterioro mental y, en consecuencia, creen sufrirlo. Otros investigadores, en cambio, aducen que estos síntomas resultan demasiado difíciles de confirmar en el laboratorio.

El equipo de la reciente investigación propuso diversas pruebas cognitivas y neuropsicológicas a 21 embarazadas en su tercer mes de gestación. Seis meses después de dar a luz, las participantes repitieron los ejercicios. Otras tantas mujeres sin hijos llevaron a cabo pruebas idénticas en el mismo intervalo de tiempo. Según los autores, no se dieron diferencias entre ambos grupos ni antes ni después del parto. Estos resultados coinciden con un estudio de 2003, en el que las gestantes tampoco obtuvieron puntuaciones distintas en los ejercicios de memoria verbal y atención dispersa o concentrada en compración con las mujeres no embarazadas.

«Aunque existen variaciones en los resultados, la mayoría de los trabajos llevan a pensar que apenas existen pérdidas de memoria asociadas a la gestación», explica Michael Larson, uno de los coautores del más reciente artículo. En su opinión, la persistencia del mito de las pérdidas de memoria relacionadas con el embarazo se debe a que las mujeres buscan de forma selectiva pruebas que confirmen esa expectativa cultural. Si una gestante pierde las llaves del coche, puede atribuir el incidente a la «amnesia del embarazo», sin considerar las veces que las ha extraviado antes de quedarse embarazada.

Joanna Workman, psicóloga en la Universidad de Albany, concede cierta justificación al sesgo de confirmación, mas plantea otra posibilidad. En un estudio de 2011, un equipo de la Universidad de Columbia Británica observó que, aunque las embarazadas no acusaban problemas en los test de cognición, olvidaban con mayor frecuencia que debían llamar al laboratorio en unos días (según les habían pedido los investigadores) y devolver a tiempo un cuestionario. «Es posible que las mediciones en el laboratorio no revelen diferencias porque, por lo general, son lugares tranquilos, sin apenas distracciones, a diferencia de la rutina diaria», concluye Workman. *—Melinda Wenner Moyer*

Psychology Psychotherapy, vol. 76, págs. 69-84, 2003;
Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, vol. 36, n.º 5, págs. 528-539, 2014

Psicología social

El sentimiento de admiración favorece al grupo

Desde hace tiempo, los filósofos sostienen que el sentimiento de admiración une a las personas. Un reciente estudio les ha dado la razón. Paul Piff, profesor de psicología y comportamiento social en la Universidad de California en Irvine, publicó el año pasado los resultados de cinco investigaciones en torno al tema. Según su primer trabajo, las personas que se mostraban asombradas con mayor frecuencia eran las más generosas. Al entregar boletos para una rifa a este tipo de sujetos e indicarles que podían regalar algunos, observó que los probandos obsequiaban más a menudo a otros congéneres con el cupón en comparación con otros participantes.

En los cuatro experimentos posteriores, el equipo dirigido por Piff indujo, mediante estímulos visuales, el sentimiento de admiración a un grupo de probandos, mientras que al resto les provocó otras emociones (orgullo o diversión). Para favorecer el sentimiento de asombro, los científicos usaron filmaciones de fenómenos naturales impactantes y llevaron a los sujetos a un entorno al aire libre en el que podían admirar eucaliptos de tamaño impresionante.

Los individuos que se quedaron más impresionados ante las imágenes de la naturaleza sobresalieron por su conducta prosocial: fueron más amables o adoptaron decisiones más éticas en comparación con el resto de los participantes. Por ejemplo, quienes reaccionaron con asombro al ver los enormes árboles recogieron más bolígrafos de los que, de manera «accidental», había tirado uno de los experimentadores. Sentirse una pequeña parte de un todo desvía la atención de las propias necesidades hacia el bien colectivo, indican los autores. *—Francine Russo*

Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 109, págs. 4086-4091, 2012; *Cognition and Emotion*, vol. 26, págs. 634-649, 2012; *Annual Review of Psychology*, vol. 65, págs. 425-460, 2014; *Journal of Environmental Psychology*, vol. 37, págs. 61-72, 2014; *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 108, págs. 883-889, 2015



GETTY IMAGES

Las personas que se asombran con los fenómenos naturales suelen ser más generosas.

Salud

Emociones positivas para un organismo sano

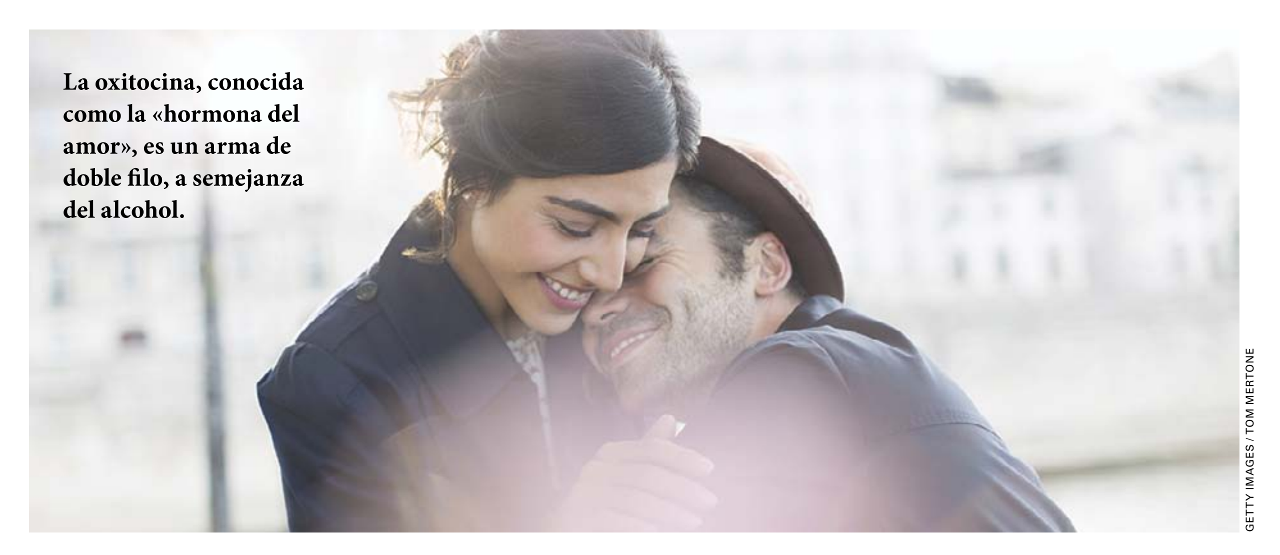
Escasas investigaciones han evaluado el efecto de las emociones positivas en la salud. Por ello, un equipo dirigido por Jennifer Stellar, de la Universidad de Toronto, ha querido indagar el tema. Los investigadores preguntaron a 94 estudiantes sobre las emociones que habían experimentado el mes anterior. Asimismo, tomaron muestras de la saliva de cada sujeto para determinar los índices de interleucina-6 (IL-6), molécula promotora de la inflamación. Hallaron que cuanto más emociones positivas, menor era la concentración de IL-6. En un segundo experimento, pidieron a 105 probandos que respondiesen vía Internet un cuestionario que evaluaba su propensión a experimentar emociones positivas concretas. También analizaron su saliva. Tanto el gozo, la alegría, el orgullo como la admiración se asociaban con una reducción de IL-6, pero solo esta última era un ítem válido para pronosticar los índices de IL-6, a tenor de un test estadístico.

Los autores advierten que, probablemente, la relación entre el sentimiento de asombro y los valores de IL-6 sea bidireccional: a quienes gozan de una vida más saludable y menos estresada les resulta más fácil emocionarse. Este sentimiento se halla relacionado con la curiosidad y el deseo de explorar, en contraste con el aislamiento social que suele acompañar a la enfermedad o a las lesiones. Stellar apunta: «Sabemos que las emociones positivas son importantes para el bienestar mental, pero nuestros hallazgos sugieren que también favorecen al organismo». *—Simon Makin*

Emotion, vol. 15, n.º 2, págs. 1-4, 2015

Adicciones

Oxitocina y alcoholismo



La oxitocina, conocida como la «hormona del amor», es un arma de doble filo, a semejanza del alcohol.

GETTY IMAGES / TOM MERTONE

La llamada «hormona del amor» no solo produce efectos positivos; también presenta una faz sombría. Un nuevo análisis revela que las consecuencias de la oxitocina en el cerebro y la conducta se asemejan a los de otra sustancia también de doble filo: el alcohol. Investigadores de la Universidad de Birmingham, dirigidos por Ian Mitchell, constataron a través de un metanálisis que tanto la una como el otro mitigan el miedo, la ansiedad y el estrés, a la par que elevan la confianza, la generosidad y el altruismo. Pero, según publicaron en agosto pasado, ambas sustancias acentúan la agresividad, la asunción de riesgos y los prejuicios.

Esas semejanzas probablemente se deban a que la oxitocina y el alcohol actúan en una misma ruta química del cerebro, aunque en puntos diferentes. La primera promueve la liberación de GABA, un neurotransmisor que reduce la actividad neuronal. El alcohol, por su parte, se enlaza a receptores de GABA y potencia su actividad. En consecuencia, ambas sustancias tienen como efecto general atenuar la actividad cerebral, lo que tal vez explique por qué ambas reducen las inhibiciones.

Los ensayos clínicos han demostrado que el espray nasal de oxitocina reduce la ansiedad por la bebida y los síntomas de abstinencia en los alcohólicos. En marzo del año pasado, otro artículo sugiería que la oxitocina y el alcohol interactúan de forma directa. Según demostraron en ratas ebrias, la primera impedía la deficiencia motora porque bloqueaba la subunidad receptora de GABA a la que, por lo común, se enlaza el alcohol. Por ahora, los investigadores prevén que la similitud entre estos compuestos permita desarrollar tratamientos para el alcoholismo a partir de oxitocina. *—Jessica Schmerler*

Neuroscience and Biobehavioral Reviews, vol. 55, págs. 98-106, 2015; *Proceedings of the National Academy of Sciences,* vol. 112, n.º 10, págs. 3104-3109, 2015

Percepción

Los mensajes subliminales influyen en el dolor

La percepción del dolor puede depender de nuestras expectativas, tal y como demuestra el efecto placebo. Pero si hasta ahora la mayoría de los investigadores pensaba que para ello se requerían expectativas conscientes, un estudio reciente revela que incluso las señales subliminales pueden modificar la sensación dolorosa.



La percepción inconsciente de ciertos estímulos condicionados podrían influir en la sensación de dolor.

THINKSTOCK

Cognición

La mente ordena los números de manera espacial

Piense en un número. Ahora en otro mayor. Imagínese que los ve. Si ha colocado la cifra menor a la izquierda, acaba de confirmar una observación mil veces repetida: las personas tendemos a ordenar los números espacialmente de izquierda a derecha. Al parecer, se trata de una tendencia innata: también los bebés presentan esta preferencia. Y las crías de animales, según publicó un equipo de la Universidad de Trento dirigido por Rosa Rugani.

Los investigadores entrenaron a polluelos de tres días a rodear, para encontrar comida, un panel con cinco puntos gruesos. Después del aprendizaje, reemplazaron el cartel por otros dos. Si cada uno de estos exhibía un par de puntos, los pollitos se dirigían primero hacia el panel izquierdo en un 70 por ciento de ocasiones; pero si los indicadores mostraban ocho puntos cada uno, propendían a encaminarse a la derecha. Parecía que preferían ver los números pequeños a la izquierda, y los mayores, a la diestra.

El experimento se repitió a continuación con otros polluelos, a los que se entrenó con 20 puntos; luego se les puso a prueba con paneles de 8 y 32 puntos. En ambas ocasiones, las crías se orientaron hacia la izquierda para los números menores y hacia el lado contrario en el caso de los mayores. Los investigadores eligieron el número 8 como cifra menor en un contexto y como mayor en el otro, con el fin de comprobar que el efecto dependía de las magnitudes relativas y no de una preferencia absoluta.

Aunque estos hallazgos confirman que esta tendencia es innata, resulta fácil de modificar mediante la experiencia. Una persona que crezca en una cultura en la que se escriba de derecha a izquierda aprenderá con rapidez la tendencia espacial contraria.

Los autores sugieren que sus resultados están relacionados con la asimetría cerebral: el hemisferio derecho preside el procesamiento visuoespacial, por lo que la atención tiende a orientarse hacia el lado izquierdo. Asimismo, la asignación numérica espacial podría deberse a un mapa físico de los números en el cerebro, como se ha constatado en la corteza parietal posterior derecha humana, pero no en el cerebro de animales. *—Simon Makin*

Science, vol. 347, n.º 6221, págs. 534-536, 2015



Humanos y animales tendemos a ubicar los números mayores a la derecha.

Investigadores dirigidos por Karin Jensen, de la Escuela de Medicina de Harvard, condicionaron a 47 personas para que asociaran dos rostros a la sensación de dolor agudo o leve, respectivamente, cuando les aplicaban calor en el antebrazo. Para ello, mostraron las caras de manera explícita a una parte de los probandos, mientras que a los demás les presentaron los rostros de manera subliminal (mediante imágenes tan fugaces que no eran conscientes de verlos). A continuación, los sujetos sentían el contacto de un estímulo a temperatura soportable (entre la máxima y la mínima) mientras observaban bien una de las caras de condicionamiento, o bien una que les era desconocida. Los sujetos debían valorar cuánto dolor sentían en cada caso. Las faces que previamente habían asociado a un estímulo aumentaron o redujeron la valoración de la sensación dolorosa, efecto que no produjo el rostro extraño. La novedad del estudio radicaba en que estos resultados acontecían cuando el participante había visto los rostros tanto de forma manifiesta como subliminal.

«Nuestro trabajo demuestra que las respuestas al dolor se hallan configuradas por expectativas de las que no somos conscientes», afirma Jensen. Ello sugiere que la actitud del médico o el ambiente hospitalario podrían inducir un efecto placebo. *—Simon Makin*

Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 112, págs. 7863-7867, 2015

Psiquiatría

Efectos del zinc en la depresión

Cada vez más indicios apuntan a que la deficiencia de zinc figura, en ciertos casos, entre los factores subyacentes a la depresión, por lo que complementos de dicho metal podrían constituir un tratamiento útil. Si bien hasta ahora se sabía que los complementos de zinc pueden intensificar los efectos de los antidepresivos, una investigación ha descrito por primera vez los efectos que este metal ejerce por sí solo sobre los síntomas depresivos.

En un ensayo a doble ciego, los investigadores dividieron a los participantes en dos grupos. Administraron 30 miligramos diarios de zinc durante 12 semanas a uno de ellos; al otro grupo, un placebo. Los probandos que habían recibido el metal mostraron, a través de un cuestionario, una reducción más notoria en los síntomas de depresión. «El futuro tratamiento de la depresión es el sulfato de zinc», augura Atish Prakash, miembro posdoctoral de la facultad de farmacia de la Universidad Politécnica MARA y coautor de una revisión de estudios publicada el año pasado sobre el papel del zinc en los trastornos mentales.


Zinc metálico

Con todo, los investigadores advierten del riesgo que supone la administración de complementos de zinc sin control médico: si las concentraciones son excesivas, pueden presentarse otras complicaciones. Además, el zinc no es medible de modo fiable ni en sangre ni en orina. Los investigadores recurren a una compleja variedad de medidas e indicadores para determinar las concentraciones de zinc en los pacientes. En la mayoría de los casos, la mejor forma de asegurarse niveles óptimos de zinc es a través de una dieta sana, no mediante complementos. *—Tori Rodriguez*

Nutritional Neuroscience, vol. 18, n.º 4, págs. 162-168, 2015; *Fundamental and Clinical Pharmacology,* vol. 29, n.º 2, págs. 131-149, 2015

Neurología

Minerales en el cerebro

La salud mental puede estar ligada a la concentración de determinados elementos minerales en el cerebro, sea por su exceso o por su escasez. He aquí algunas asociaciones investigadas:



HIERRO. La deficiencia de hierro impide la neurotransmisión y el metabolismo celular. Se la ha vinculado a déficits de cognición en niños y adultos.



LITIO. Desde hace decenios se utiliza el litio para tratar el trastorno bipolar. Sin embargo, su mecanismo de acción sigue, en gran parte, siendo un misterio. En julio de 2015, un equipo internacional aportó una pista. Según publicó en *Journal of Molecular Neuroscience,* el factor insulínico de crecimiento de tipo 1 (IGF-1) desempeña una función en la sensibilidad al litio. Al parecer, dicha hormona eleva la sensibilidad al litio solo en las células de las personas que no responden a él. En otras palabras, la hormona IGF-1 influye en la respuesta o resistencia al tratamiento con litio.



MAGNESIO. Estudios en humanos y roedores han revelado que la ansiedad y la depresión se encuentran relacionadas con un consumo pobre de magnesio. Un trabajo reciente publicado en *Acta Neuropsychiatrica* señala que microbios intestinales asociados con la depresión pueden originar esta relación. Los ratones alimentados con una dieta deficitaria en magnesio presentaron conductas depresivas y alteraciones en la microbiota intestinal, síntomas que ya se habían correlacionado con la neuroinflamación del hipocampo.



MANGANESO. Según han publicado científicos de China y Japón en el *Journal of Alzheimer's Disease*, el manganeso interviene en el declive cognitivo progresivo. Los investigadores hallaron una correlación entre las concentraciones de dicha sustancia y la capacidad cognitiva y los síntomas de la demencia: los característicos ovillos proteínicos de la enfermedad de Alzheimer aumentaban a la par que los niveles de manganeso. Se sabe que este mineral, en cantidades elevadas, es neurotóxico. Por lo general, el exceso de manganeso se debe a la contaminación atmosférica o a los pesticidas. Además, una ingesta reducida de hierro aumenta su absorción. *—Tori Rodriguez*

CARTAS DE LOS LECTORES

Dieta para la generación de neuronas

Rosa Lluch, Barcelona: En el artículo «Alimentación para la neurogénesis» [por M. Elbers; *Mente y Cerebro*, n.º 74, 2015] se explica cómo puede estimularse la neurogénesis mediante una alimentación adecuada. Se agradece poder leer un artículo informativo que no reduce la complejidad de este campo de la investigación en un par de frases sensacionalistas («alimenta tu inteligencia», «supercomida», etcétera). Por otro lado, pienso que sería interesante saber si esos mismos mecanismos activan la neurogénesis en otras regiones del cerebro, como puede ser el cuerpo estriado. También les animo a que publiquen más artículos relacionados con la alimentación. Al fin y al cabo, somos lo que comemos.

Ilusión desconcertante

Teresa Vives, Valencia: Soy una seguidora incondicional de la sección *Ilusiones* de su revista. Aunque normalmente no tengo problemas para entender las explicaciones, en el artículo «Cuestión de atención» [por S. L. Macknick y S. Martinez-Conde; *Mente y Cerebro* n.º 74, 2015] aparece en la página 82 una radiografía en la que supuestamente debería verse un gorila. No obstante, no consigo distinguirlo. ¿Podrían reproducir la imagen con el icono marcado? Aprovecho para felicitar a los autores de la mencionada sección.

Responde la redacción: A continuación reproducimos la imagen que indica. El gorila aparece enmarcado en rojo.





DE: *ASSOCIATION FOR PSYCHOLOGICAL SCIENCE*, VOL. 24, N.º 9, PÁGS. 1848-1853, 2013

Erratum corrige

En el artículo «El estudio del miedo» [por Dominik R. Bach; Mente y Cerebro n.º 75 , 2015] aparece el nombre científico *Aplysia californicata*, cuando debería poner *Aplysia californica*. Agradecemos a nuestra lectora Sara habernos advertido del error.

Este error ha sido corregido en la edición digital del artículo correspondiente.

Publicado en:



MyC 71/2015



MyC 74/2015

Ictus y estimulación sensorial

Thomas Fox, Saarbrücken: El artículo «Estimulación sensorial para tratar el ictus» [por Stephani Sutherland; *Mente y Cerebro* n.º 71, 2015] describía cómo pueden atenuarse en ratas las consecuencias de una apoplejía mediante el tacto. Las dos ilustraciones que aparecen en la página 75 no se corresponden. La angiografía muestra una obstrucción de la arteria carótida interna del cuello. Si se cierra este tejido, se produce un infarto ipsilateral. La tomografía por resonancia magnética exhibe, no obstante, un hematoma subdural. Por otro lado, considero que la hipótesis de prevenir un ictus mediante la estimulación sensorial es harto dudosa. Creo que debería llevar a que los investigadores se planteen si es conveniente utilizar ratas como modelos experimentales para estudiar la apoplejía.

Responde la redacción: Las imágenes a las que se refiere el lector muestran dos escenarios diferentes: una apoplejía por obliteración vascular (*derecha*) y un ictus hemorrágico (*izquierda*). Es decir, las imágenes no se corresponden.

Cartas de los lectores

¡ENVÍANOS TUS COMENTARIOS!

Mente y Cerebro agradece la opinión de los lectores. Te animamos a enviar tus comentarios a:

PRENSA CIENTÍFICA, S.A.
Muntaner 339, pral. 1.ª, 08021 BARCELONA
o a la dirección de correo electrónico
redaccion@investigacionyciencia.es
La longitud de las cartas no deberá exceder los 1500 caracteres, espacios incluidos. Mente y Cerebro se reserva el derecho a resumirlas por cuestiones de espacio o claridad. No se garantiza la respuesta a todas las cartas publicadas.



ISTOCK / OJO_IMAGES

LENGUAJE Los bebés aprenden a decir sus primeras palabras de manera espontánea, pero ¿cómo lo logran? Los científicos desvelan los mecanismos neuronales involucrados

Aprender a hablar

ANNEKE MEYER

Hasta que finaliza el primer año de vida, los bebés perciben los sonidos ambientales prácticamente sin filtros. Asimismo distinguen diferencias entre fonemas ocultas para los adultos.

Seis y media de la tarde. Se oyen unos pasos firmes que se acercan a la puerta y el tintineo de unas llaves que giran en la cerradura. De inmediato, Lucas deja de jugar y escucha con atención. A sus dos años recién cumplidos ya reconoce lo que ocurre. Deja caer su automóvil de juguete y corre hacia la entrada. Antes de que su padre cierre la puerta tras de sí, Lucas tira de su pantalón y comienza a balbucear: «¡Papá! Fuera, patos, ñam ñam, mamá, pan, cuac cuac, agua, fría, Lucas, coche, mamá, come, papá, libro, guau guau, ver, ven».

Hace pocas semanas se podían contar con los dedos de una mano las palabras que el niño pronunciaba. Ahora, apenas pierde tiempo para respirar mientras habla. El experimentado padre descifra el sentido de los sonidos que articula su hijo: «Hola papá. Hoy he dado de comer pan a los patos afuera con mamá. Los patos graznaban y el agua del estanque estaba fría. He jugado con el coche y mamá cocina. Papá, quiero ver contigo el libro de los perritos. Ven conmigo».

Cuando los niños comienzan a hablar no dejan de sorprender a los padres: en pocos meses se aventuran en el mundo del lenguaje. De manera similar a agarrar objetos o a correr, no necesitan instrucciones para formular sus primeras palabras. Por otro lado, la lengua que aprenden no se encuentra preestablecida, sino que queda definida por el contexto en el que crecen. Aun así, los pasos hacia el habla fluida son siempre los mismos; no importa si se trata del español, alemán o japonés.

Con todo, el funcionamiento de este fenómeno resulta todavía un misterio para los investigadores. Aunque la solución seguro que se halla en el cerebro: los recién nacidos vienen dotados con una especie de *hardware* neuronal diseñado para que lo programen con idiomas.

En pocas semanas, los lactantes disponen de regiones cerebrales especializadas en la percepción del lenguaje. Con ayuda de la resonancia magnética funcional, Ghistaine Dehaene-Lambertz, de la Universidad de París, junto con otros investigadores, analizó en 2013 el patrón de activación en bebés de tres meses que escuchaban oraciones, en orden correcto o inverso, pronunciadas por sus respectivas madres. Observaron que, en ambos casos, el hemisferio cerebral izquierdo se activaba, del mismo modo que ocurre en los adultos.

Además, encontraron que un centro en la curvatura del lóbulo temporal de los niños entraba en acción. En el cerebro maduro, esa región equivale al centro de comprensión del lenguaje: el área de Wernicke. Resumiendo, en los bebés se activaban las mismas regiones cerebrales que en los probandos adultos, a pesar de que aún no hubieran madurado. Además, el área de Wernicke reaccionaba con la misma intensidad ante el habla normal que si se trataba de una voz que pronunciaba las frases de atrás hacia delante. En las personas adultas, en cambio, dicha región solo reconoce la lengua en el orden correcto.

Si se contemplan todos los idiomas del mundo, existen unas 200 vocales y 600 consonantes. De su combinación se obtiene una infinidad de unidades sonoras. Por lo general, en la adultez solo se perciben aquellos sonidos que pertenecen a un idioma o dialecto.

Fineza a la baja

No obstante, según constataron en 1984 Janet Werker y Richard Tees, de la Universidad de la Columbia Británica, la capacidad de audición extraordinaria de los bebés decrece a lo largo de los primeros años de vida. Los lingüistas expusieron a niños de familias con el inglés como lengua materna a una serie de fonemas presentes en hindi, pero no en inglés. Inmediatamente después de reproducir uno de los estímulos sonoros, se mostraba un divertido títere a los bebés con el fin de atraer su atención.Tras repetir la prueba unas veces, los participantes de seis a ocho meses de vida giraban la cabeza cuando escuchaban el sonido al que habían sido expuestos, pues habían aprendido que, a continuación, sucedería alguna cosa interesante. Unas semanas más tarde, cumplidos los diez o doce meses, estos mismos probandos ya no reconocían los fonemas del hindi.

Aunque esa pérdida pueda parecer un fracaso, supone una ganancia. Los bebés aprenden a ignorar aquellos detalles que no pueden aportar significado con el objetivo de favorecer el contenido esencial, a saber, los fonemas

En síntesis: Talento innato para los idiomas

1 Los bebés llegan al mundo con un oído hipersensible; perciben más sonidos que los adultos.

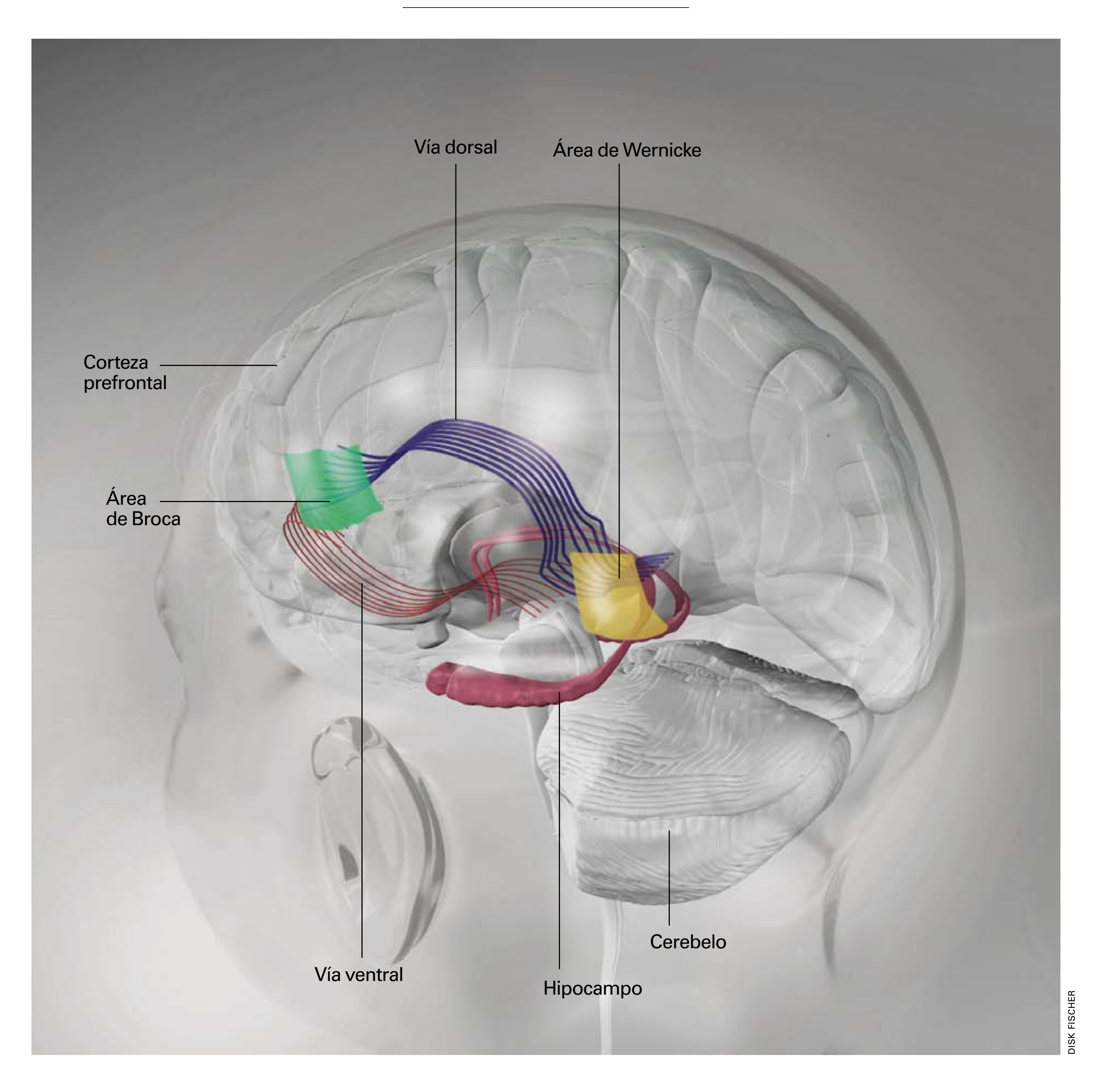
2 Esta capacidad retrocede alrededor de los diez meses de vida. A partir de esa etapa, los niños comienzan a filtrar los fonemas de la lengua materna.

3 Las conexiones cerebrales de la red lingüística se desarrollan hasta la edad adulta. El adolescente domina cada vez mejor la lengua materna, pero el aprendizaje de un idioma extranjero resultará progresivamente más costosa.



LA AUTORA

Anneke Meyer es doctora en neurología y periodista científica.



Las redes lingüísticas del cerebro

Las diversas capacidades que sustentan nuestra habilidad para hablar se encuentran distribuidas de manera desigual entre los dos hemisferios cerebrales. En el izquierdo se hallan dos regiones especializadas en diferentes aspectos del lenguaje. El área de Broca se aloja en la parte inferior del lóbulo frontal y es importante para la producción del habla. Los pacientes con lesiones en dicha región presentan dificultades para encontrar las palabras, a pesar de que suelen conservar una buena comprensión. En la parte superior del lóbulo temporal se halla el área de Wernicke. Esta se encarga de la comprensión del lenguaje. Ambas regiones se conectan mediante dos grandes fascículos nerviosos.

La articulación se controla a través de la vía dorsal que, a su vez, está implicada en el procesamiento de construcciones gramaticales complejas. Probablemente, la vía ventral facilita el significado de las palabras; además, conduce las señales hacia la corteza prefrontal, donde se localizan numerosas funciones cognitivas superiores.

Mediante neuroimágenes se ha comprobado que este sistema central recibe apoyo de otras regiones. Entre estas destacan el cerebelo, el hipocampo y los ganglios basales.

La red lingüística en el cerebro de las personas sordas también presenta una especialización en la comunicación simbólica: cuando emplean el lenguaje de signos se activan las mismas áreas que en el cerebro de los oyentes cuando escuchan palabras.

propios de su lengua materna. A ello contribuye una habilidad innata para la estadística: su cerebro analiza los patrones de las palabras que oyen y filtra los que acontecen con mayor frecuencia. Con toda probabilidad, estos sonidos resultan más importantes para su lengua materna.

Homófonos con sentido

Los fonemas similares se clasifican bajo una categoría conjunta, tal y como mostraron Jessica Maye, de la Universidad Noroccidental, y sus compañeros en un experimento de 2002. Formaron dos grupos de bebés con edades comprendidas entre seis y ocho meses de vida para que se familiarizaran con una secuencia de sonidos distribuida en ocho grados: de *ta* hasta *da*. Uno de los grupos oía más a menudo sonidos similares; el otro, en cambio, escuchaba sonidos extremos. En una prueba final, estos distinguían mejor *ta* y *da* que los primeros. Al parecer, creaban dos categorías, mientras que los niños del primer grupo generalizaban ambos fonemas: para ellos, *ta* y *da* sonaban casi igual. Dichas generalizaciones pueden servir para entender tanto al tío que viene de Galicia como a la abuela que procede de Córdoba, es decir, para una interpretación estable.

La categorización de los fonemas entre los siete y once meses sienta las bases para la competencia lingüística posterior. De hecho, los niños que distinguen bien los sonidos de su lengua materna cuando cuentan con un año de vida suelen ser lingüísticamente más hábiles a los dos años y medio. Pero para dominar una lengua no basta con un buen conocimiento de su fonética. La melodía del habla (prosodia) resulta igual de importante, puesto que indica dónde acaba una palabra y comienza la siguiente. Gracias a la prosodia podemos distinguir las preguntas de las exhortaciones y determinar si alguien se encuentra triste o de buen humor.

El líquido amniótico aísla menos la acústica de la prosodia que de las propiedades fónicas (un fonema concreto, por ejemplo). Por ello, al poco de nacer, los bebés reconocen y prefieren el idioma con la melodía que les resulta familiar.

Un sencillo experimento replicado en múltiples de variantes revela este fenómeno. Los investigadores suministran a los bebés un chupete especial con el que pueden controlar, mediante la velocidad de succión, qué sonidos prefieren. La voz materna se sitúa en el número uno de las preferidas. Además, los pequeños optan antes por las voces femeninas que por las masculinas; también anteponen la lengua materna a una extranjera.

El habla familiar influye incluso sobre el llanto de los bebés. Birgit Mampe y sus colaboradores de la Universidad de Wurzburgo grabaron en 2009 el llanto de 30 recién nacidos alemanes y franceses. Ninguno superaba los cinco días de vida. Hallaron que los neonatos franceses producían llantos con un tono ascendente mientras que los alemanes utilizaban tonos más bajos. Al parecer, los recién nacidos adaptaban sus expresiones orales a la prosodia de sus progenitores.

Con todos, los esfuerzos por imitar los sonidos de su entorno resultan más manifiestos alrededor del quinto mes, etapa en la que los niños comienzan a divertirse con su propia voz. Lo que empieza con un sencillo *ah* y *uii* pronto se convierte en expresiones más largas de *gagaga* o *mabagadaba*. A los diez meses, cuando los bebés desarrollan una percepción específica para los fonemas, la lengua materna marca aún más su balbuceo.

> **Los niños que con un año distinguen los fonemas de la lengua materna suelen mostrarse más hábiles en el habla a los dos años y medio**

EN BREVE: TÉCNICAS DE NEUROIMAGEN

La **resonancia magnética funcional** (RMf) permite observar la actividad del cerebro. Cuando hablamos o escuchamos música se activan determinadas áreas en las cuales se consume energía: se moviliza más oxígeno y azúcar a través de los vasos sanguíneos hacia las células nerviosas, donde se metabolizan. La RMf mide la presencia de oxígeno en sangre. Una concentración elevada permite inferir la activación de las neuronas en una región concreta.

La **imagen por tensor de difusión** registra el transporte de moléculas de agua en el cerebro. Permite ilustrar el recorrido de los fascículos nerviosos que comunican diversas áreas entre sí.

La **magnetoencefalografía** (MEG) revela la actividad eléctrica del cerebro, de manera similar al electroencefalograma (EEG). Mide los campos magnéticos que generan las corrientes eléctricas. Desde el punto de vista técnico resulta más laboriosa y cara que el EEG, pero es más precisa y confortable para los sujetos.

PREGUNTAS FRECUENTES

¿Refuerza el padre su vínculo con el hijo si le habla antes de nacer?

A los bebés les gusta lo que les resulta familiar. No solo la voz materna, sino también la paterna les calma y transmite confianza, siempre que el recién nacido la haya oído con frecuencia desde el vientre materno. Las voces graves llegan mejor al feto, pues atraviesan bien la pared abdominal y el líquido amniótico.

Hablar al bebé con tono infantil, ¿perjudica su aprendizaje?

En prácticamente todos los círculos idiomáticos y culturales, los padres cambian la melodía de su voz cuando hablan con sus bebés. En general, repiten palabras y vocalizan de manera exagerada. La manera de hablar infantil ayuda a que el niño reconozca las características del idioma mediante su simplificación. Este fenómeno se ha comprobado mediante experimentos de inteligencia artificial: los programas de voz reconocían mejor el habla infantil que el «normal». Para los bebés, la interacción social resulta más importante que el habla exagerada. Según se ha constatado, reconocen un sonido que no pertenece a su lengua materna solo si lo escuchan de una persona; si esa misma persona les habla a través de una pantalla, el efecto no se produce.

¿Presenta mi hijo un desarrollo normal?

El desarrollo del lenguaje transcurre a diferente ritmo según el individuo. Un niño que habla con fluidez a los dos años puede tener un hermano que a la misma edad solo use dos palabras para expresarse. Pero si en su primer año de vida, el bebé no reacciona a los ruidos, no busca el contacto ocular o no balbucea, los padres deben informar al pediatra. Por lo general, los niños dicen su primera palabra al año de vida; con dos años, su vocabulario suele ser de 50 palabras o más. No obstante, si su hijo se queda atrás en alguno de estos aspectos, no debe asustarse. Los niños que tardan más en aprender a hablar suelen recuperar la diferencia a los tres años.

¿Deben convivir los niños con dos lenguas desde su nacimiento?

En la etapa infantil se adquieren las lenguas con mayor rapidez que en la adultez. Sin embargo, los niños que nacen y viven en familias bilingües solo alcanzan el nivel de un hablante nativo en uno de los dos idiomas. Por regla general, se trata del idioma que se habla en su entorno: en casa, en la calle o en el jardín de infancia. Estos niños necesitan un poco más de tiempo hasta que las palabras brotan de su boca; además, su vocabulario en ambas lenguas es algo más reducido que el de sus compañeros monolingües. Si aprenden desde el principio dos idiomas, los dominarán sin acento, siempre que sus referentes también sean nativos. Aprender dos lenguas de manera consecutiva también tiene sus ventajas. En este caso, los niños suelen dominar la gramática y las expresiones complejas con mayor rapidez que los bilingües que se inician de manera simultánea en ambas lenguas. En resumen, los padres con una misma nacionalidad y lengua pueden esperar a que su hijo aprenda otras lenguas en la escuela.

¿Son las niñas más hábiles con los idiomas que los niños?

En lo relativo al ritmo de adquisición del habla, el sexo femenino se encuentra a la cabeza. Además, casi el doble de niños que de niñas presenta dificultades relacionadas con el lenguaje (dislexia, por ejemplo). Es cuestionable que estas diferencias sean atribuibles al sexo biológico. También los factores sociales pueden influir. Los estudios de psicología evolutiva indican que, de promedio, se habla más con las niñas que con los niños, lo cual favorece su competencia lingüística. En cambio, en la escuela se presta más atención a ellos, por lo que sus dificultades de aprendizaje se detectan antes.


ISTOCK / PIDJOE

Los estudios revelan que cuando un adulto habla de manera infantil al bebé fomenta el desarrollo de su capacidad de hablar.

Hoy en día, los expertos asumen que la producción del habla se debe al desarrollo de la percepción. Algunos científicos creen que el habla activa no es solo la consecuencia, sino que, a su vez, también constituye la condición previa para que la percepción sonora se desarrolle. Según esta teoría, el cerebro elabora una hipótesis sobre los movimientos que deben ejecutar la boca, la lengua y la faringe con el fin de reproducir un sonido. A continuación, el individuo compara los sonidos que emite con los del entorno. Cuanto más se aproximen las propias creaciones a los fonemas del idioma en cuestión, con mayor sensibilidad oirá las pequeñas diferencias. La percepción y la producción de la lengua se optimizan mutuamente en el continuo diálogo.

La magnetoencefalografía refleja esta interacción. Un equipo dirigido por Patricia Kuhl, de la Universidad de Washington, expuso a bebés de entre siete y once meses a fonemas de su lengua materna y de una extranjera. Por un lado, hallaron actividad en la circunvolución superior del lóbulo temporal, donde se encuentra el precursor del área de Wernicke, según se ha demostrado en niños de tres meses. Por otro, descubrieron que se activaba la parte inferior del lóbulo frontal izquierdo, región en la que se aloja el área de Broca en adultos. Esta estructura se encarga de traducir palabras en órdenes de movimiento para la motricidad del habla, es decir, el mecanismo que permite la expresión oral.

Si bien todos los bebés mostraron actividad en ambas regiones cerebrales, se detectaron algunas diferencias según la edad. Los niños de siete meses procesaban la lengua materna y la foránea del mismo modo, puesto que todavía disponían de la percepción fónica universal; los de once meses, en cambio, podían percibir de manera específica cada lengua. En su caso, el precursor del área de Wernicke (región esencial para la comprensión del habla) se mostraba más activo al escuchar fonemas de su idioma materno. Además, el área de Broca, el centro productor, reaccionaba con mayor intensidad, prueba de que los fonemas aprendidos se percibían mejor.

Maduración de la capacidad comunicativa

Al tiempo que van madurando los centros cerebrales del lenguaje se optimiza el intercambio de señales entre ellos. Este proceso repercute en la anatomía de la sustancia blanca, compuesta por axones nerviosos que conectan las áreas cerebrales entre sí.

La importancia de la madre

La voz materna desempeña un papel destacado en el aprendizaje del habla, como revelan los experimentos conductuales. En 2004, Brittan Barker y Rochelle Newman, de la Universidad de Iowa, enseñaron a bebés de ocho meses la relación entre unas palabras clave («taza» o «perro») y un evento ameno que ocurría a su izquierda. Cada vez que los niños escuchaban una de esas palabras giraban la cabeza en dicha dirección. A continuación, los expusieron a grabaciones en las que su madre o una desconocida leía unas oraciones. De manera simultánea, otra mujer hablaba de fondo. En esta tarea, es decir, bajo condiciones acústicas difíciles, los bebés discriminaban con mayor frecuencia las palabras que habían aprendido si las pronunciaba su madre.

«Listen to your mother! The role of talker familiarity in infant streaming». B. A. Barker y R. S. Newman en *Cognition*, vol. 94, págs. B45-B53, 2004

En 2006, investigadores del Instituto Max Planck de Leipzig estudiaron el desarrollo de esas vías conectoras mediante imágenes por tensor de difusión, de manera que podían visualizar los fascículos nerviosos que discurren entre las áreas del cerebro vinculadas con el lenguaje. Compararon esas estructuras en recién nacidos con la de niños de siete años y adultos para analizar el proceso madurativo de estos ejes de comunicación.

Según descubrieron, las bases de la red se hallaban presentes en los neonatos, aunque con algunas diferencias notables respecto al cerebro adulto (ya maduro). Los bebés carecían de una ruta de señal esencial para la capacidad de formar oraciones complejas. Además, la red lingüística del cerebro adulto disponía de un enlace con la corteza prefrontal que no aparecía en los bebés. En cambio, ya se había establecido en los niños de siete años, aunque todavía debía madurar. La conectividad progresiva de los centros del lenguaje podría explicar por qué resulta más difícil aprender idiomas cuanto más mayor se es.

No importa si se trata de ver, agarrar o sentir. Tras nacer, la mayor parte de los circuitos neuronales necesitan tiempo para lograr su pleno rendimiento. De igual modo, los diferentes procesos no siguen el mismo ritmo. A los ocho meses ya se encuentra disponible el 90 por ciento de la sustancia blanca de las áreas de la corteza cerebral que presenta un cerebro maduro. Sin embargo, hasta que las regiones del lenguaje alcanzan la densidad de conexión necesaria pueden pasar casi tres años, un período que encaja con el desarrollo de la habilidad del habla.

Por lo general, los niños de tres años dominan la pronunciación y la prosodia de su lengua materna y disponen de un vocabulario notable. Forman oraciones y emplean la palabra *yo* correctamente. Cuando en el cerebro se termina de configurar la red lingüística, los niños dominan las bases de su lengua materna y son capaces de aprender una lengua extranjera sin mucho esfuerzo. No obstante, por lo general, la mayoría no logra una pronunciación perfecta, puesto que la especialización en el espectro fónico de la lengua materna, la cual desempeña un importe papel durante el primer año de vida, se lo impide. Con todo, los niños aprenden nuevas palabras y construcciones gramaticales mejor que los adultos.

Un posible motivo de esa capacidad estriba en que la conexión de las áreas del lenguaje con la corteza prefrontal todavía se encuentra incompleta; no es hasta los 20 años que termina de desarrollarse. En el cerebro ya adulto, el lóbulo frontal desempeña una especie de función controladora: ayuda a tomar decisiones y a que adaptemos nuestro comportamiento a cada situación.

De la misma manera que la gran sensibilidad auditiva, el escaso autocontrol de los bebés podría constituir un requisito esencial para el aprendizaje de la lengua. Los idiomas son sistemas simbólicos muy complejos, con muchas reglas y excepciones. Aprenderlos implica reconocer sus respectivas regularidades. Un órgano de control como la corteza prefrontal puede impedir dicho proceso: en lugar de buscar, sin prejuicios, las irregularidades de la lengua extranjera, el cerebro detecta esquemas preestablecidos. En breve, si la conexión de sus áreas del lenguaje en la corteza prefrontal ya han madurado, no le queda más remedio que estudiar y practicar. ★

PARA SABER MÁS

Newborns' cry melody is shaped by their native language. B. Mampe et al. en *Current Biology*, vol. 19, págs. 1994-1997, 2009.

Dorsal and ventral pathways in language development. J. Brauer et al. en *Brain Language*, vol. 127, págs. 289-295, 2013.

Infants' brain responses to speech suggest analysis by synthesis. P. Kuhl et al. en *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 111, págs. 11.238-11.245, 2014.

EN NUESTRO ARCHIVO

Primeros pasos en el desarrollo del habla. Sabine Kersebaum en *MyC* n.º 20, 2006.

El modelo de doble ruta. Cornelius Weiller en *MyC* n.º 54, 2012.

El cerebro bilingüe. Albert Costa, Mireia Hernández y Cristina Baus en *MyC* n.º 71, 2015.

Lenguaje y comunicación. *VV.AA. Cuadernos de MyC* n.º 11, 2015.

Cómo adquieren los bebés el lenguaje. Patricia K. Kuhl en *IyC*, enero de 2016.



FANATISMO ¿Cómo se explica que un joven pierda el sentido de la realidad hasta el punto de enrolarse en un movimiento radical en el que arriesga su propia vida y la de los demás? Y, sobre todo, ¿cómo puede salir de él?

Despegarse de las redes yihadistas

DOUNIA BOUZAR

ISTOCK / ISMAGILOV

El marido de Mériam rapta a la hija de ambos, viaja a Siria y se suma a la yihad. Estamos en 2013. La joven, angustiada, recibe mensajes por móvil en los que su esposo afirma que quiere morir mártir con la niña.

Nada más saludar a Mériam, nos damos cuenta de que la situación es crítica. Debemos actuar con mucho tacto. Decidimos no enfrentarnos al hombre en el terreno de las ideas; no debemos discutirle ni refutar su ideología y proyecto. Nuestro objetivo se centra en un único lema: conseguir que revivan en el sujeto recuerdos del pasado. Hay que hablarle de los días en que conoció a Mériam, del nacimiento de la hija de ambos y de los lugares que visitaron juntos.

Transcurren diez meses sin el menor resultado. Un día, por algún motivo difícil de precisar, el hombre responde. Evoca una excursión, una cena de enamorados, momentos de sosiego. Aún conserva recuerdos; su afecto no ha muerto por completo.

El caso del esposo de Mériam ilustra una norma fundamental en la rehabilitación de las personas reclutadas por un movimiento fanático: no caben los razonamientos, debe trabajarse desde un plano emocional. Pero esa tarea resulta más fácil de decir que de ejectuar. La mujer, alentada por la primera respuesta positiva de su compañero, solo ansía explicarle que el proyecto que pretende es una insensatez; que por fin se ha dado cuenta de su error, y que debe regresar de inmediato. Nosotros la disuadimos. Frases de este tipo pueden echar por la borda meses de trabajo.

Esa es la mayor dificultad. Las personas cercanas a las víctimas han de mostrarles que siguen con ellos, que son su salvavidas. Deben continuar avivando el recuerdo de los lazos que les unieron en el pasado, sin olvidar que estos individuos han perdido gran parte de su humanidad y que se requerirá mucho tiempo hasta que retornen a una vida normal.

¿Cómo pudo este joven llegar a tales extremos? Conocer el modo en que estas personas son apartadas de su ambiente originario y convertidas en títeres del fanatismo ayuda a entender el modo en que se las puede «desenganchar» de ese mundo.

La máquina de radicalización

Nuestro método de rehabilitación o «desenganche» se fundamenta en la intervención con grupos de apoyo que hemos llevado a cabo en casi 500 familias con algún pariente atrapado en este tipo de radicalización. El análisis de las conversaciones refleja perfiles de víctimas muy variados: desde el joven que fracasa en la escuela hasta el que destaca en los estudios. El fenómeno afecta tanto a familias de referencia musulmana como cristiana; incluso de confesión judía (un 3 por ciento de los participantes). Sin embargo, en su mayoría se trata de familias ateas. En el 50 por ciento de los casos que hemos investigado, ningún miembro familiar tuvo que emigrar en las diez últimas generaciones. Solo un 30 por ciento de las familias que solicitan ayuda proceden de clases populares. Las pertenecientes a la clase media parecen más dispuestas a pedir apoyo para salvar a su hijo y confían más en las instituciones del Estado. Las clases populares, sintiéndose menos protegidas, posiblemente temen lo que pueda sucederle a su joven si recurren a las autoridades. A pesar de esta variedad de situaciones, el proceso de captación es, a grandes rasgos, bastante uniforme. Se desarrolla en cuatro etapas.

Desgajar al individuo de su familia y entorno

El primer paso consiste en aislar al individuo de su ambiente de socialización. El método es siempre el mismo: el discurso de adoctrinamiento (por lo general, a través de Internet) convence al joven de que vive en un mundo donde los adultos y la sociedad le mienten y le están engañando en todo (medicamentos, vacunas, alimentación, política, historia, etcétera). En este discurso se mezclan hechos sociales reales con elementos no verificables. Esas falsedades se atribuyen a sociedades secretas que «están comprando el planeta». Las alusiones más frecuentes conciernen al sionismo, a la secta de los iluminados o a la masonería. Esta fase inicial desencadena en el sujeto profundas dudas sobre cuanto le rodea.

El joven se encuentra ahora en una situación peculiar. En su habitación, delante de la pantalla del ordenador, va saltando de un enlace de YouTube a otro, viajando por un mundo que encuentra repulsivo. En plena adolescencia, va y viene desde el mero rechazo al deseo de huir de

En síntesis: Atrapados en la red

1 La principal arma de los reclutadores de movimientos radicales para atraer a los jóvenes es Internet. A través de este medio, los aíslan de la familia y de su entorno social.

2 El rechazo hacia la sociedad y el sentimiento de integración en un grupo que detenta la verdad predisponen a los jóvenes para renunciar a su propia individualidad y cometer actos inhumanos.

3 Para liberar a la víctima de ese cepo, de nada sirve el discurso racional. Solo la reactivación de antiguas emociones y vivencias reporta resultados.



LA AUTORA

Dounia Bouzar es asesora en el Consejo de Europa, auditora en el Instituto de Altos Estudios de la Defensa Nacional Francesa y directora general del Centro de Prevención contra Derivaciones Sectarias Vinculadas al Islam.

un mundo en el que no puede confiar en nadie. Los sitios de captación, con gran astucia, apelan al cine. Una de las película que usan con frecuencia es *Matrix*. El protagonista del largometraje, Neo, duda entre tomar la píldora que le despertará y le devolverá al otro lado del «decorado» o si debe seguir dormido.

El resultado no se hace esperar. El adolescente deja de quedar con sus amigos, a quienes considera ciegos incapaces de discernir la verdad. También prescinde de sus actividades recreativas, pues le impiden dedicarse a la «revolución». Asimismo, rompe con la escuela: el colegio paga a los profesores para que le conviertan en un ser dócil e impedirle que abra los ojos ante la falsedad omnipresente. Finalmente, le toca el turno a la familia. Si sus padres se muestran en desacuerdo con sus ideas es porque también están ciegos, aletargados o, peor aún, vendidos al sistema.

La destrucción del individuo

La segunda etapa del proceso de reclutamiento se basa en la creencia de que solo puede regenerarse enfrentándose a un mundo pervertido. Una idea clave en el adoctrinamiento estriba en que solo el genuino Islam puede conseguir la renovación y el despertar. El joven recibe un mensaje claro: forma parte de quienes poseen discernimiento. En este punto interviene la noción de grupo, en el que será engullido. Debe utilizar prendas que le vuelvan anónimo, que borren su individualidad y propio estilo de vestir; que le fundan en el crisol identitario del grupo. El efecto a medio plazo es la disolución de los recuerdos y emociones de la persona y el rastro que ha dejado su familia en él. A partir de ese momento es el grupo, no el joven, el que piensa. Las conversaciones para conseguir la rehabilitación revelan que discutir con ellos resulta imposible. Solo responden con palabras del Profeta sacadas de contexto y que repiten en bucle, como si otra entidad hubiera tomado el control de su mente.

Adhesión a la ideología radical

Los jóvenes enrolados se adhieren a los credos de la ideología radical en la tercera fase del reclutamiento. Están

Adoctrinamiento 2.0

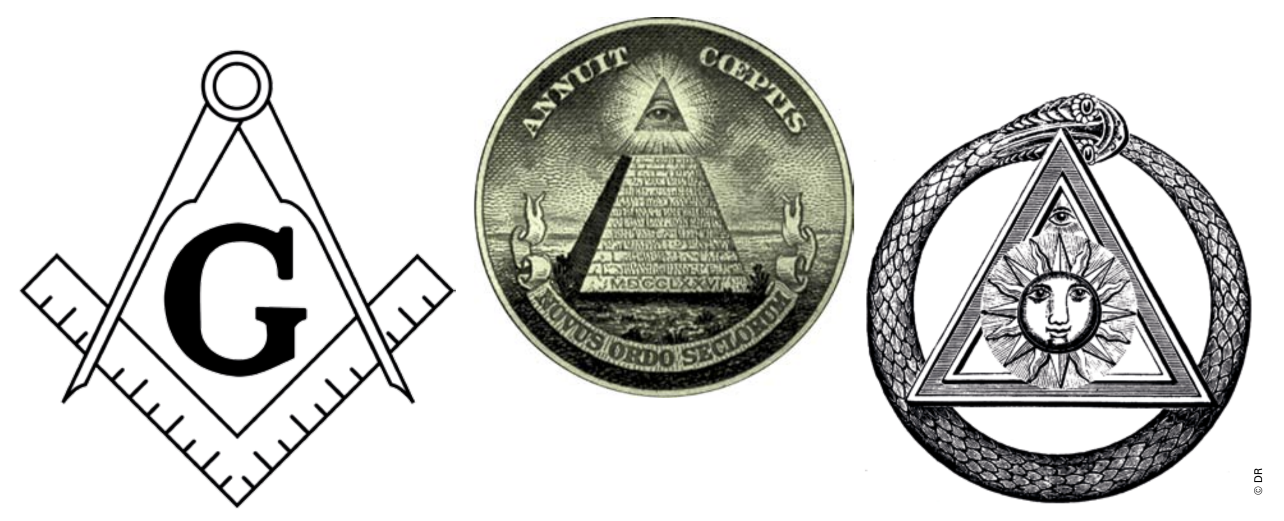
Desde hace dos o tres años, las técnicas de reclutamiento del grupo yihadista Dáesh han escalado varios peldaños y han ido amoldando su ideología radical a las aspiraciones cognitivas y emocionales de los adolescentes. Los adoctrinadores ofrecen a través de Internet respuestas individualizadas a las necesidades de los jóvenes. Se trata, en concreto, de lograr que los adolescentes se abran en la Red, para conocer y precisar mejor sus aspiraciones profundas y proponerles después la forma de alcanzarlas.

Al contrario que las aproximaciones «totales», predominantes en el pasado, no se lanzan proclamas como «vamos a conquistar el mundo». Se presentan a cada joven propuestas personalizadas, acordes con su perfil psicológico. A la persona con rasgos altruistas se le propone una misión humanitaria (salvar a las víctimas infantiles de Saddam-el-Assad, por ejemplo). A quienes desean salir de la sociedad en la que viven, se les indica cómo podrían reunirse con personas que comparten sus mismos valores. A los sujetos de perfil depresivo se les propondrá un gran combate que desembocará en el fin del mundo. Y los revolucionarios podrían combatir contra el régimen autoritario imperante en Siria.

Esta individualización implica una transformación del sistema cognitivo de los sujetos adoctrinados, el cual puede llevarles a interiorizar los mitos que les presentan. El sujeto empieza enseguida a hablar y actuar de forma inusitada, como si ya no fuera la misma persona. Su marcha resulta inminente.

Si la sociedad civil no alcanza a comprender cómo estos movimientos radicales logran deslumbrar a los jóvenes, los esfuerzos para recuperarlos del adoctrinamiento están llamados al fracaso. El discurso de los reclutadores gana autoridad si confiere sentido a la vida del joven. Para los padres, el entorno social y los profesionales que se esfuerzan en anular el adoctrinamiento resulta imperativo averiguar cuáles eran los sueños del adolescente.


ISTOCK / HAYKIRDI



© DR

«Todos te mienten», afirman en Internet los reclutadores. El planeta se halla en manos de sociedades secretas: iluminados, masones, sionistas... Para derrocar este orden advierten a los jóvenes que deben ingresar en sus filas.

convencidos de que los han elegido y admitido en el seno de una comunidad que posee la verdad. El concepto de pureza y primacía del grupo es vigoroso: estipula que no han de mezclarse en absoluto con nadie que no piense como ellos.

Deshumanización

En ese momento entra en acción la cuarta y última fase: la deshumanización de sí mismo y de los demás. El efecto de primacía del grupo desempeña una función esencial en relación a los otros: quienes no siguen la vía del despertar y de la regeneración no son humanos. Matarlos no es un crimen; es un deber. El pensamiento del grupo sustituye al del individuo, relevo que ya se ha logrado con las emociones. Hasta los vínculos afectivos entre individuos existen solo en función del grupo. El caso de una mujer a quien intentamos «rehumanizar» avivando en ella los lazos con su marido resultó un fracaso estrepitoso. El matrimonio se sostenía sobre un único fundamento: el esposo estaba dispuesto a morir por «la causa». No existían ni la pareja ni los individuos; solo un grupo y una ideología. La crueldad y la banalización (el humor negro a propósito de las decapitaciones) acaban anulando del todo el concepto de humanidad.

Recuperar los lazos familiares, primer paso para escapar del infierno

Una vez que se ha conseguido reclutar a la víctima a través del discurso de adoctrinamiento, que se la ha desgajado de su familia y que se encuentra a punto de partir (si no lo ha hecho ya), ¿qué probabilidades existen de lograr que retome su vida anterior? ¿Cuáles son sus perspectivas de futuro?

El camino hacia la salida debe comenzar siempre por una etapa esencial: la reconstrucción de los vínculos afectivos entre la víctima y su familia. Se trata de reactivar la

Fases de reclutamiento

1 Aislamiento familiar y social del individuo
- Teoría de la conspiración («Todos te mienten. Tu familia también»)

Sentimiento de persecución y ruptura emocional

2 Destrucción de la propia identidad en favor del grupo
- Refuerzo de la sensación de pertenencia al grupo (cambio de vestimenta)
- Sustitución de los recuerdos por eslóganes

Erosión afectiva y pérdida de identidad

3 Adhesión a la ideología radical
- Sentimiento de pertenencia a un grupo poseedor de la verdad
- Esperanza de satisfacción de aspiraciones personales

Fusión con el grupo

4 Deshumanización
- Aceptación del sacrificio de vidas humanas por una causa superior

Perfil psicológico de los potenciales reclutas

***Víctima de abusos*: Una joven desea marcharse de casa porque le han prometido que se casará con un príncipe barbudo armado con un kalashnikov. A partir de ese día, vivirá cubierta con una niqab, velo que le servirá de caparazón y garantía de que nunca se acercará a otro hombre que no sea su guerrero. El 70 por ciento de las jóvenes que se sienten atraídas por este discurso han sufrido una violación, de cuyas consecuencias nunca han recibido tratamiento psicológico.**

***Con sentimiento de culpa*: Una adolescente de 14 años se confía a un interlocutor, quien finge ser un «colega». Este ojeador descubre, induciéndola a hablar, que, siendo muy niña, vio morir a un hermano de 14 años aplastado por un automóvil. La adolescente declara estar convencida de que no pasará de esa edad, pues ella era quien tendría que haber muerto ese día. Los reclutadores prometen integrarla en sus filas. Una vez allá, se casará con un hombre de 45 años; después le colocarán un cinturón de explosivos y ella morirá con la garantía de ir al paraíso y reunirse con su hermano antes de una hora.**

***Humanitario*: Una chica desea trabajar de enfermera en Burkina Faso, según publica en su perfil de Facebook. Durante semanas, su perfil virtual se inunda de fotografías de niños muertos o moribundos en Siria. Las imágenes se acompañan de un discurso estructurado que la impresiona. Poco después, la chica proyecta atentados.**


© DR

memoria de esos lazos. El problema reside en que estos recuerdos han sido, en gran medida, sepultados o destruidos. Cuando la familia recurre a nosotros, la ruptura acostumbra a ser completa. Los jóvenes ya no consideran a sus padres como tales. Se requiere un trabajo paciente y sutil para inducir la remontada emocional en los sujetos.

Por fortuna, el cerebro humano conserva siempre rastros, por ínfimos que sean, de las vivencias pasadas. Estas pueden evocarse en momentos inesperados, como describió Marcel Proust (1871-1922) en el episodio de la magdalena en su obra *En busca del tiempo perdido.* En él, el bollo acaba convirtiéndose en una epifanía sensorial y mnemónica. Para preparar esta respuesta, se precisa que los progenitores reflexionen sobre los elementos fundacionales de la vida de su hijo y se pregunten cómo vivió los tiempos en que manifestaba un vínculo filial con ellos.

Los padres tendrán que recorrer ese período en solitario. Cuesta imaginar la extensión de los daños pro-

Fases de rehabilitación

1 Reactivación emocional
- Reflexionar sobre los elementos fundacionales de la vida del joven
- Evocación de los recuerdos de la primera infancia
- No plantear argumentos racionales

Resurgimiento de la antigua identidad

2 Actualización de las contradicciones
- Testimonios de exreclutados
- Toma de consciencia de la brecha entre realidad y aspiraciones
- Toma de conciencia de los mecanismos de captación

Duda

3 Reflexión, duda y terapia de conversación
- Grupos de apoyo
- Revisión crítica de las convicciones
- Reconstrucción del yo y de los roles sociales

Estabilización



Los recuerdos pueden lograr que rebroten vivencias de la infancia en el adolescente. El primer paso para conseguir la rehabilitación de las personas radicalizadas consiste en exhumar ese vínculo filial.

vocados por el discurso radical. Algunos jóvenes destruyen todas las imágenes que encuentran en casa (están proscritas por el discurso radical); otros destrozan los televisores (vectores de la ideología de los iluminados) o se niegan a comer porque todos los alimentos contienen gelatina de cerdo. La única puerta de acceso a su afecto consiste en exhumar restos de recuerdos. Para ello, se puede usar una fotografía de su infancia. Una vez ampliada, se cuelga en casa y se espera a ver qué sensaciones provoca en el individuo. Los resultados son sorprendentes. Si se actúa con suficiente paciencia, durante meses y sin entrar en el terreno racional, el trabajo acaba dando sus frutos. El joven, ligeramente «resensibilizado», recurre a un pretexto cualquiera para acceder, de mala gana, a asistir a una sesión con un grupo de apoyo.

En esos instantes, debe reaccionarse de manera inmediata. Un joven en pleno proceso de radicalización había centrado su discurso de rechazo en el alcohol. Su yihad personal consistía en eliminar del hogar el más mínimo rastro de esa sustancia. Desodorantes, perfumes y productos de alimentación debían eliminarse. Sus padres llevaban varios meses esforzándose en suscitar una reactivación emotiva en el hijo. Hasta que llegó el Día de la Madre. El chico regaló a su madre un frasco de perfume. La mujer nos llamó entre lágrimas al momento. «En unas dos horas estaremos allí», respondimos.

Confrontación con la realidad

Nuestra relativa demora se debía a que antes teníamos que contactar con tres antiguos reclutados por los yihadistas a los que habíamos ayudado a rehabilitarse. Debían acompañarnos al encuentro, puesto que su papel en el tratamiento resulta crucial. En esos momentos decisivos, cada uno de los tres veteranos explica, en respuesta a preguntas que les planteamos, por qué acudieron a nosotros en busca de ayuda. Según explican ante la nueva víctima, descubrieron una gran diferencia entre lo que esperaban al enrolarse en el movimiento y la realidad de Dáesh. El joven, confrontado a las experiencias de otros como él, reconoce las etapas de adoctrinamiento por las que ha sido llevado y se percata del desfase entre el discurso de Dáesh y la realidad. Los antiguos reclutas le relatan que ahí no encontrará lo que espera. En ese momento, su sueño no es más que la inminencia del infierno. El choque es brutal.

En ese preciso instante, el joven comienza a pensar de nuevo. Entabla su propio análisis y reflexiona. Enfrentado a la realidad, suele venirse abajo al cabo de unas tres horas. Y se arroja a los brazos de sus padres. En otras palabras, se produce un desplazamiento emocional y cognitivo. El adolescente revela la existencia de redes enteras de reclutamiento; entra en una nueva fase: la remisión.

Aunque podría parecer que la partida ya está ganada, no es así. Al cabo de quince días, el joven que suponíamos rehabilitado nos llama y nos acusa de querer «adormecerle». Nos cubre de insultos. Su forma de ver las cosas puede cambiar en cualquier momento. Por lo general, se requieren seis meses para entrever la salida del túnel. En esta fase de terapia se crean grupos de apoyo, donde las víctimas pueden expresar su ambivalencia con plena libertad. Existen testimonios asombrosos. «Un día me dije a mí mismo que mis reclutadores eran unos terroristas, unos verdugos sanguinarios, capaces de jugar al fútbol con las cabezas recién cercenadas. Me pregunté cómo era posible que hablasen de religión. Sin embargo, una hora más tarde estaba convencido de que quienes pretendían

Una serie de contradicciones entre sus creencias y la realidad consiguen apartar al joven del radicalismo

mi apostasía estaban a sueldo de los sionistas, por lo que era preciso masacrarlos».

La incertidumbre salvadora

Aunque tales testimonios dejan entrever que el camino por recorrer es largo, resultan esenciales para que el joven se plantee preguntas y mantenga su mente en el terreno de la reflexión. Al cuestionarse quién dice la verdad y no saber en quién confiar se crea una duda saludable. Ello ayuda al joven a salir del radicalismo. Se origina una contradicción entre lo que creía verdadero y la realidad. Si el discurso de los exreclutados reviste tanta importancia, es porque introduce un estado de incertidumbre en el sujeto. En el tratamiento de rehabilitación resulta fundamental comprender la dinámica de la duda. A lo largo de los seis meses que duran estos «clubes de supervivientes» es necesario que la víctima llegue a tomar consciencia de una docena de contradicciones.

Las dudas pueden también darse sobre el terreno, como ilustra el caso de una mujer que esperaba hallar en la yihad un universo donde todos se parecieran a ella y la quisieran. Esa incursión constituía para la mujer un viaje a valores de solidaridad y fraternidad y al desdén de los bienes materiales, según había entendido los mensajes del Islam. De ahí su sorpresa al descubrir, apenas aterrizar en el lugar, que sus camaradas negociaban con relojes y camisetas con la efigie de Dáesh, que circulaban en automóviles de lujo y que rebosaban arrogancia y exhibían sus kalashnikovs. Experimentó una contradicción entre lo que buscaba y la realidad que encontró. Inicialmente, a estas personas les puede resultar difícil prestar plena atención a las primeras dudas, pero, con el tiempo, estas se van acumulando. Ello favorece que se recupere el buen juicio.

Es posible salir del pensamiento único. La mayoría de las personas con las que hemos trabajado lo han conseguido. Pero en la actualidad la maquinaria de alistamiento funciona a toda marcha: cada semana recibimos la llamada de cinco familias para denunciar un proceso de radicalización. Pero esta cifra solo representa una porción emergida del iceberg. Resulta indispensable que los padres no se mantengan al margen de lo que sucede en Internet. ★

PARA SABER MÁS

La vie après Daesh. D. Bouzar. Les Éditions de l'Atelier, 2015.

Comment sortir de l'emprise «djihadiste»? D. Bouzar. Les Éditions de l'Atelier, 2015.

EN NUESTRO ARCHIVO

«Primero la comunidad, la ideología después». Steve Ayan en *MyC* n.º 27, 2007.

La semilla de la violencia. Annette Schäfer en *MyC* n.º 27, 2007.

EQUILIBRIO EMOCIONAL Regular los propios sentimientos no solo favorece una convivencia plácida, también aporta bienestar y salud. Para mantener las emociones a raya existen diversas estrategias

Emociones bajo control

STEVE AYAN

Hubo una época en la que pensamiento y sentimiento se consideraban características humanas completamente opuestas. «Ser dueño de uno mismo significa reprimir los afectos y dominar las pasiones», escribió en su día el filósofo Immanuel Kant (1724-1804). Según esta perspectiva tradicional, emociones como el enfado, la tristeza o el miedo interfieren en el pensamiento claro, y debemos luchar para que prevalezca el entendimiento.

Sin embargo, sentir y pensar guardan una estrecha interrelación; incluso a menudo persiguen el mismo fin. Las emociones siempre presentan un lado cognitivo, puesto que influyen en cómo valoramos mentalmente, sea de manera inmediata o a posteriori, una situación. Por otra parte, no somos esclavos de sentimientos trasnochados, sino que constantemente los manejamos y dosificamos (por lo general, de manera inconsciente).

Controlar el enfado y la frustración resulta esencial tanto en la vida profesional como en la personal para no agravar los conflictos inútilmente. Ese control nos impide que saltemos al cuello de un compañero de trabajo solo porque nos pone nerviosos o nos permite mantener a raya el enfado que nos produce el ruido de nuestro vecino juerguista.

Pero regular las propias emociones no significa reprimirlas siempre. A veces incluso resulta mejor experimentarlas o dejar a los demás que las conozcan. Por ejemplo, el miedo nos protege de correr riesgos innecesarios. Para llevarnos bien con los demás (sean compañeros de trabajo, vecinos o amigos), expresar el descontento que sentimos resulta en ocasiones beneficioso. Después de todo, los sentimientos no son una carga inútil, sino una guía valiosa para la vida diaria.

Desde hace decenios, los psicólogos investigan de qué modo las personas mantenemos el equilibrio en el plano emocional. Esta dedicación ha dado fruto a la descripción de numerosos mecanismos. Con el objetivo de ordenarlos, James Gross, de la Universidad Stanford, desarrolló en 1998 un modelo que se basa en la cronología de los acontecimientos: diferencia cinco fases en la formación de una emoción. En cada una de ellas empleamos estrategias de control concretas. En la primera fase decidimos a qué estímulos emocionales atendemos y cuáles obviamos.

Pongamos un ejemplo: imagínese que debe decidir si asistirá a una fiesta. En un primer momento sopesará las opciones (ir o no a la fiesta) a partir de su experiencia previa en situaciones similares («¿Quiénes estarán invitados?» «¿Cómo me llevo con ellos?»), su temperamen-



Para que no perdamos el norte, las personas somos capaces de regular nuestras emociones. Aunque, a veces, la brújula falla.

NEUFFER-DESIGN (*brújula*); ISTOCK / TEEKID (*fondo*)

to («¿Me gustan las fiestas?») y cómo se encuentra en ese momento («¿Tendré fuerzas para ir después del trabajo?»). En un segundo estadio, puede influir activamente y configurar la situación, por ejemplo, preguntando a otra persona (a su mejor amigo o amiga) si le apetece acompañarle. En la tercera fase, suponiendo que al final ha decidido ir a la celebración y ya se encuentra en el lugar, dirige su atención a determinados aspectos. Puede que recorra con la mirada la sala llena de invitados con el fin de encontrar caras conocidas. A continuación, como cuarto paso, valorará mentalmente diferentes informaciones, las cuales le alterarán más o menos (uno de los invitados le puede parecer algo altivo, pero amable). Finalmente, en la quinta y última fase, puede manifestar sus sentimientos, en mayor o menor medida y de forma verbal o corporal, lo que influirá a su vez en su estado emocional. ¿Quién no se ha dejado llevar alguna vez en un evento insípido?

Guía para la investigación y la vida diaria

El modelo de Gross no solo representa un importante impulso para la investigación sobre las emociones; también puede emplearse como manual para el día a día. Cabe advertir, no obstante, que en este punto tropieza con ciertas limitaciones. Por un lado, resulta imposible dar consejos válidos de manera general sobre cuándo y cómo controlar mejor las emociones, puesto que nuestra vida emocional se halla sujeta a múltiples influencias y preferencias personales. Por otro, los mecanismos en cuestión transcurren de forma automática la mayoría de las veces.

El modo en que reaccionamos ante estímulos determinados y las estrategias de regulación emocional que elegimos resultan más bien de modelos y costumbres aprendidos en la infancia. Mauss, de la Universidad de California en Berkeley, afirma: «Las estrategias de regulación emocional que se han adquirido a temprana edad son difíciles de cambiar». A pesar de ello, ser consciente de las distintas etapas del control emocional puede ayudar a recordar algún que otro truco y encauzar los impulsos espontáneos hacia aspectos más favorables. Repasemos las cinco fases desde un punto de vista práctico.

1. Busque y evite

Tarde de viernes lluviosa. Tras una dura semana laboral, solo desea relajarse un poco en el sofá de casa y, quizá después, comenzar a ordenar sus facturas, tarea que ya lleva retrasando desde hace días. Suena el teléfono. «¿Te vienes al cine?», le pregunta un viejo amigo. Sin pretenderlo, se halla en medio de la primera fase de la regulación emocional: la elección de la situación.

Casi como un adivino, empieza a presagiar cómo se sentirá en una u otra situación. ¿Disfrutará del largometraje o la mala conciencia le remorderá durante todo el filme por postergar de nuevo la tarea que tiene pendiente? ¿Le sentará bien salir una noche con los amigos o mañana se encontrará más cansado todavía?

Según los psicólogos, en esta etapa (también denominada predicción emocional) nos sentimos mal con nosotros mismos. Daniel Gilbert, de la Universidad Harvard, confirmó que, con frecuencia, los probandos sobrestimaban la influencia de los acontecimientos repentinos. Por regla general, asimilamos las frustraciones («¡La película

En síntesis:
Regulación en cinco fases

1 Los psicólogos distinguen cinco fases en la regulación emocional: elección de la situación, influencia en ella, control de la atención, reinterpretación cognitiva y expresión.

2 Los procesos subyacentes se desarrollan, por lo general, de manera automática. Sin embargo, podemos intervenir de manera consciente; por ejemplo, distrayéndonos o tranquilizándonos.

3 Qué estrategia de control resulta más favorable depende, entre otros factores, de la persona, la situación y la intensidad del estado emocional.

1. Elección de la situación → 2. Modificación de la situación → 3. Control de la atención → 4. Reinterpretación cognitiva → 5. Expresión emocional

En el modelo del psicólogo James Gross, de la Universidad Stanford, las emociones se forman, grosso modo, en cinco etapas.

«The emerging field of emotion regulation: An integrative review». J. J. Gross en *Review of General Psychology*, vol. 2, págs. 271-299, 1998

Consejos para un mayor equilibrio

Junto a diversas estrategias de regulación existen algunos factores generales que nos ayudan a permanecer más serenos en la vida cotidiana.

Placer
Realizar tareas placenteras (practicar deporte, cocinar, ir al cine, asistir a un concierto, etcétera) ayuda a dirigir la atención hacia el lado positivo de la vida.

Hábitos y costumbres
Ciertas rutinas, como la actividad física y mental regular, fomentan la resistencia al estrés.

Relaciones sociales
Una vida social activa es el medio más efectivo para controlar las dificultades y preocupaciones cotidianas.

Gratitud
Darse cuenta de las cosas buenas que nos suceden en la vida promueve la satisfacción. Anotar las experiencias positivas en un diario contribuye a ello.

Autoexigencia adecuada
Las personas que se ponen demasiado alto el listón de la felicidad personal fracasan antes. A menudo menos es más.

ha resultado pésima!») más fácilmente de lo que creemos; también el efecto de las experiencias positivas se esfuma con más rapidez de lo que se piensa. Por tanto, habría que poner atención en no relacionar esperanzas (o preocupaciones) exageradas con la elección final; sea cual sea.

Algunos estudios señalan que las altas expectativas en la propia sensación de felicidad pueden resultar contraproducentes. En un experimento de 2011, Iris Mauss, de la Universidad de California en Berkeley, y sus colaboradores pidieron a 69 probandos que leyeran un texto que realzaba la importancia de las experiencias felices para el bienestar personal o que explicaba un acontecimiento emocionalmente neutro (probandos de control). A continuación, mostraron una película divertida a todos los participantes.

Los sujetos que habían obtenido información previa sobre la influencia de las experiencias positivas disfrutaron menos de la sesión de cine que los del grupo de control. Los investigadores sospechan que la preocupación por la dicha eleva las propias expectativas de placer en la vida cotidiana. En consecuencia, reforzar la atención en uno mismo podría entorpecer la sensación de felicidad.

Maya Tamir, psicóloga del Colegio Universitario de Boston, indica que para una regulación emocional inteligente deben perseguirse metas en lugar de aspirar solo a «sentirse bien». En 2012, junto con Brett Ford, del mismo centro, pidió a 136 sujetos que contestaran una batería de preguntas tipo test, algunas de las cuales evaluaban la inteligencia emocional, es decir, la capacidad de reconocer, regular y expresar las emociones en uno mismo y en los demás. Los participantes tenían que reflexionar sobre determinadas situaciones e indicar qué emoción experimentarían en esos momentos concretos.

«Si tiene que negociar un acuerdo con alguien, ¿preferiría sentirse enfadado o alegre?», rezaba una de las preguntas. Las personas emocionalmente inteligentes elegían, por lo general, las emociones que les podían ayudar, con independencia de si se trataba de sentimientos positivos o negativos. Mostrarse algo provocador puede resultar útil en una negociación; también sentir un cierto miedo puede beneficiarnos para prepararnos para un examen.

Sin embargo, Tamir y Ford advierten de que esos hallazgos se basan en un escenario artificial, puesto que nadie elige su reacción emocional según sus preferencias. Con todo, para el control emocional no se deberían perder de vista las metas a largo plazo. Ello también es aplicable para asuntos en apariencia más triviales, como planear la tarde de un viernes lluvioso.

2. Influya en la situación
Con frecuencia no podemos evitar experiencias potencialmente atemorizantes o agobiantes. Tener que dar un discurso ante los invitados de una boda, aunque no nos guste aparecer en primer plano, o que en una comida de empresa se siente junto a nosotros el empleado más odiado son solo dos ejemplos. Para superar tales situaciones, merece la pena tomar la iniciativa. En el caso de la charla nupcial, el tímido conferenciante podría pedir a un amigo o a un familiar de confianza que se ponga a su lado.

Como regla general, cabe decir que es más recomendable asumir una ligera molestia que esperar a que la situación llegue a un punto álgido. Pida a su ruidoso vecino que baje un poco el volumen antes de que la fiesta llegue a su máxima expresión. La previsión ayuda a mantener las emociones a raya.

En un trabajo de 2013, el equipo dirigido por Allison Troy, de la Universidad de Denver, reclutó a 170 voluntarios que habían sufrido una crisis vital en los últimos dos meses. Entre las causas del trastorno se encontraban, por una parte, golpes incontrolables del destino (accidentes o enfermedades); por otra, circunstancias en las



EL AUTOR

Steve Ayan es psicólogo y redactor en *Gehirn und Geist*, edición alemana de *Mente y Cerebro*.

Factor de éxito

La capacidad de reconocer los sentimientos de las demás personas guarda relación con un mejor salario. Investigadores de las universidades de Bonn y de la estatal de Illinois evaluaron, mediante material audiovisual, la inteligencia emocional de unos 100 trabajadores. Según hallaron, el talento de reconocer y regular las emociones desempeña una importante función, sobre todo en los directivos.

«It pays to have an eye for emotions: Emotion recognition ability indirectly predicts annual income». T. D. Momm et al. en *Journal of Organizational Behavior*, vol. 36, págs. 147-163, 2015

que influyeron los propios afectados (la pérdida de un trabajo por baja motivación). Los investigadores proyectaron una película dramática y pidieron a los probandos que intentaran verla desde una perspectiva positiva. Tal y como preveían los experimentadores, la tarea resultó más sencilla a unos que a otros.

No obstante, les sorprendió que aquellos sujetos más duchos en reinterpretar el largometraje manifestaban más síntomas depresivos por crisis de culpabilidad. En cambio, los probandos que no conseguían cambiar su punto de vista con tanta faciliad se conformaron antes con su fracaso, explica Troy. Es probable que los problemas de culpabilidad agobien en mayor medida a las personas con buena capacidad de control, porque estas conocen las alternativas de que disponen. Al parecer, para estos individuos parece más importante afrontar una situación de manera activa desde un inicio que toparse a posteriori con las consecuencias emocionales.

3. Distráigase

Cuando no podamos cambiar nada de nuestra situación podemos modificar el foco de atención. Si le resulta difícil atender los asuntos que se tratan en una reunión porque uno de los asistentes no deja de hacer muecas, simplemente, evite mirarle. Con qué frecuencia debemos recurrir a este método de emergencia dependerá, entre otros factores, de la intensidad y la asiduidad con la que vivamos tales circunstancias.

Gal Sheppes, de la Universidad de Tel Aviv, pidió a sus probandos que valoraran de manera positiva una serie de fotografías con escenas impactantes. Ante la imagen de una persona llorando debían imaginarse que las lágrimas le habían saltado de alegría, por ejemplo. A otros participantes les instó a que pensaran en otro asunto cuando vieran la fotografía. Aunque la reinterpretación funciona como facilitador emocional, la mayoría de los sujetos eligió antes la estrategia de evitación, sobre todo ante imágenes escalofriantes. Observarlas les resultaba tan abrumador que preferían apartar la vista.

En 2014, Sheppes retomó esos experimentos. Mostró a los sujetos instantáneas de distinta intensidad emocional, esta vez con información adicional: indicó a los participantes que tenían que manejarse con las fotos como mejor les pareciera; también advirtió a algunos de ellos que volverían a verlas más tarde. De nuevo, los probandos evitaron enfrentarse con las peores imágenes, sobre todo si se les había advertido antes de que volverían a verlas. Por tanto, distraerse no parece una opción tan favorable ante estímulos estresantes repetidos.

Por otra parte, dirigir la atención a un lugar concreto resulta a menudo difícil. Necesitamos entrenar la memoria operativa para tener presentes diversas informaciones en nuestro «ojo interior». Dicha habilidad se puede fomentar. En 2010, Gross, junto con Philippe Goldin, de la Universidad Stanford, confirmó que las técnicas de control del estrés basadas en la consciencia plena ayudan a desprenderse de las reacciones emocionales. Los probandos con fobia social mejoraron ante situaciones para ellos desagradables tras ocho sesiones de meditación. A grandes rasgos, la consciencia plena consiste en permitir el paso de los pensamientos sin «fijarlos» ni valorarlos [*véase* «La meditación de consciencia plena», por Christophe André; Mente y Cerebro n.º 59, 2013]. Este método se encontraría entre apartar la mirada y la reinterpretación.

4. Mírelo de otra forma

Los probandos de Sheppes llevaron a cabo una revaloración: interpretaron de nuevo el contenido de las imágenes que se les mostraban. Ello les permitía liberarse de la carga que les suponían los estímulos emocionales. Existen diversas maneras de conseguirlo. Una posibilidad consiste en evitar el primer impulso (atribuir malas intenciones a un congénere poco amable) y encarar la situación desde otra perspectiva (ponernos en el lugar del otro y preguntarnos si no lo habrá hecho sin querer o si quizás estará estresado). Este cambio de perspectiva favorece a menudo que un comentario o una acción aparezca bajo un foco totalmente distinto.

El método funciona también en relación con nosotros mismos. Los psicólogos Ethan Kross y Özlem Ayduk, de la Universidad de California en Berkeley y de la de Michigan, respectivamente, recomiendan la técnica del distanciamiento de uno mismo, es decir, intentar contemplarnos a nosotros mismos desde un punto de vista lo más alejado posible. En vez de preguntarnos «¿Por qué reacciono así?», sería más adecuado plantearse la pregunta en tercera persona: «¿Por qué fulanito (nuestro nombre) reacciona así?».

Kross y sus colaboradores publicaron en 2012 un estudio que subraya la eficacia del autodistanciamiento. Solicitaron a 94 probandos que resolvieran, de forma rápida, una serie de anagramas y que pronunciaran las palabras resultantes. En reiteradas ocasiones y de forma bastante grosera se les pidió que alzaran la voz. Acto seguido, se les conminó a que valoraran la reciente experiencia desde tres puntos de vista: según lo hubieran sen-

tido; como un observador externo (técnica denominada «mosca en la pared») o de alguna otra forma que ellos mismos eligieran.

Los individuos que se imaginaron como testigos oculares de la escena manifestaron menos enfado y se saltaron menos el protocolo en comparación con aquellos que observaron lo ocurrido bajo su prisma personal. En una encuesta realizada semanas después, los sujetos que habían empleado la técnica de la mosca en la pared se mostraron más sosegados.

5. Expréselo

¿Qué ocurre si todo lo anterior no ha funcionado y continuamos sintiéndonos inquietos? En ese caso también existe una opción interesante. Podemos sonreír y poner al mal tiempo buena cara o, por el contrario, desatar los demonios. Esta quinta fase del control emocional nos prepara para la expresión de lo que sentimos.

La personalidad, las experiencias tempranas y la cultura en la que vivimos ejercen una gran influencia en cómo experimentamos las emociones. En las sociedades occidentales, desahogarse, ya sea verbal o físicamente, se considera, en general, algo positivo. No obstante, en ciertas circunstancias la emoción en cuestión puede encendernos aún más en lugar de desahogarnos.

De pequeños aprendemos a reprimir nuestras reacciones emocionales. «¡No grites!» «¡No pegues!» «¡No llores!» Esas llamadas a la autorregulación en la infancia se interiorizan en mayor o menor grado. Pero las personas que refrenan sus emociones constantemente pagan un precio por ello. El psicólogo Roy Baumeister, de la Universidad estatal de Florida, lo demostró en un ensayo hoy en día considerado clásico. Las personas que controlaban sus emociones durante una película dramática o cómica se frustraban antes al intentar resolver un problema de lógica en comparación con los sujetos que permitían que sus sentimientos afloraran. Según Baumeister, la fuerza de voluntad se agotaba antes en los primeros.

El estrés resultante de ese comportamiento podría explicar por qué quienes reprimen las emociones sufren más problemas de salud. El médico Johan Denollet y su equipo de la Universidad de Tilburgo constataron en 2010, en un metaestudio, que las personas que refrenan regularmente sus emociones padecen enfermedades cardiovasculares, dolores crónicos y tinnitus a más temprana edad que la población general.

Asimismo, Emily Impett, de la Universidad de Toronto, informó en 2012 de que la represión emocional puede llevar aparejados problemas de convivencia. Según halló a través de una encuesta entre 80 parejas, tanto los hombres como las mujeres se sentían alejados de su consorte sobre todo cuando este se callaba los sentimientos negativos. Tres meses después, estas parejas manifestaban también más conflictos de convivencia. ¿Conclusión? Ya que podemos regular más fácilmente los sentimientos positivos que los negativos, sería conveniente economizar la represión. A fin de cuentas, mostrar las emociones y regularlas de forma activa tiene sus ventajas.

En la práctica, las cinco fases de control emocional del modelo de Gross no pueden separarse tan limpiamente una de otra. La persona que se ha formado una imagen de un individuo («Tomás es un petulante»), también atenderá antes a aquellas señales que confirmen su prejuicio. Por otra parte, la forma en que vivimos nuestros sentimientos provoca con frecuencia nuevas situaciones emocionales (por ejemplo, cuando una discusión por algo insignificante va a más). En definitiva, los procesos esbozados se encuentran entrelazados unos con otros.

Tener más presente el arsenal de estrategias emocionales posibles y elegir de entre ellas la más acertada no nos hará ningún daño; todo lo contrario, puede contribuir a que estemos más atentos a los buenos y malos momentos de la vida. ★



PARA SABER MÁS

The emerging field of emotion regulation: An integrative review. J. J. Gross en *Review of General Psychology*, vol. 2, págs. 271-299, 1998.

Can seeking happiness make people unhappy? Paradoxical effects of valuing happiness. I. B. Mauss et al. en *Emotion*, vol. 11, págs. 807-815, 2011.

Dealing with feeling: A meta-analysis of the effectiveness of strategies derived from the process model of emotion regulation. T. L. Webb et al. en *Psychological Bulletin*, vol. 138, págs. 775-808, 2012.

Handbook of emotion regulation. Dirigido por J. J. Gross. Guilford Press, Nueva York, 2013.

Emotion regulation choice: A conceptual framework and supporting evidence. G. Sheppes et al. en *Journal of Experimental Psychology: General*, vol. 143, págs. 163-181, 2014.

EN NUESTRO ARCHIVO

Control de las emociones. Iris Mauss en *MyC* n.º 19, 2006.

Emociones en el trabajo. Dieter Zapf en *MyC* n.º 34, 2009.

Emoción y razón. Sabine A. Döring en *Cuadernos de MyC* n.º 2, 2012.

Autocontrol, el secrecto para triunfar. Roy F. Baumeister en *MyC* n.º 71, 2015.

EMOCIONES Algunas personas se angustian ante la posibilidad de sentirse felices. ¿Cómo se llega a esa reacción emocional? ¿Se trata de un sentimiento sensato o revela una depresión?

Miedo a la felicidad

HANNA DRIMALLA

Con lágrimas de felicidad en los ojos, la abuela entrega el trofeo de deportista del año 2014 a su nieto de 21 años y campeón en lanzamiento de disco. Aunque podría ser un momento de pura felicidad para Robert Harting, sus afirmaciones indican todo lo contrario. «Me siento como en el colegio. Con ocho o nueve años gané un concurso y, al día siguiente, los compañeros ya no me querían». La reacción de este deportista alemán de élite revela que la felicidad puede ser complicada. A menudo despierta miedos y dudas: ¿Me lo merezco? ¿Me abandonará pronto esta fortuna? ¿Me envidiarán los demás?

Para algunas personas, ese tipo de pensamientos convierten la vida en una montaña rusa. Apenas sienten alegría, les asalta la preocupación de si ese momento va a esfumarse con rapidez o les va a complicar la existencia. En lugar de disfrutar de los momentos de alegría, sienten un gran temor. Los psicólogos describen este fenómeno como miedo a ser feliz.

Paul Gilbert, del Hospital Kingsway en Derby, es un pionero en este campo de investigación. En su trabajo con pacientes depresivos, le llamó la atención que a menudo presentaban grandes problemas para concederse un momento de alegría o disfrute. «Cuando quieres ayudarles a sentirse mejor reaccionan con ansiedad», explica Gilbert. Y añade: «Dicen, "hoy me puede ir bien, pero mañana seguro que sucederá algo malo"».

También Jürgen Margraf, profesor de psicología clínica en la Universidad del Ruhr en Bochum, afirma: «Existen este tipo de preocupaciones. Pueden convertirse en una carga para el afectado y suponerle un obstáculo para llevar una vida normal». Sin embargo, y por regla general, el miedo a ser feliz no supone el mismo sufrimiento que las fobias u otros trastornos de ansiedad.

¿Por qué existen personas que tratan de reprimir sus sentimientos de felicidad? En 2003, la psicóloga Joanne Wood, de la Universidad de Waterloo, encuestó a una serie de sujetos sobre sus momentos de éxito a largo y corto plazo. Halló que algunos individuos manejaban de manera peculiar su buena puntuación en un examen: en lugar de disfrutar del éxito trataban de amortiguar su alegría, calmarse o distraerse. Sobre todo los estudiantes con baja autoestima presentaban ese patrón de comportamiento.

Estrategias contra las buenas sensaciones

Otros investigadores han sentido curiosidad por el fenómeno. El psicólogo Gregory Feldman, de la Escuela Simmons de Boston, y sus colaboradores desarrollaron



NEUFFER-DESIGN

En ocasiones, dar rienda suelta a la felicidad resulta más difícil de lo que se suele pensar.

En síntesis: Emoción inmerecida

1 Algunas personas evitan sus emociones positivas por miedo a ser felices. Creen que no merecen alegrarse o que pueden despertar envidias.

2 También algunas culturas promueven entre los ciudadanos el temor a sentirse feliz, puesto que destacan la volatilidad de la felicidad.

3 La psicoterapia puede ayudar en los casos en los que el miedo impide vivir las alegrías. Entre otras técnicas, se enseña a la persona a disfrutar de manera consciente.

un cuestionario con el fin de optimizar la medición de las reacciones ante los sentimientos positivos. Contemplaron tres tipos de estrategias en el manejo de las sensaciones positivas: reflexionar sobre el propio estado emocional, pensar en uno mismo y amortiguar los sentimientos de alegría. La persona que cumplimenta la batería de preguntas debe indicar, por ejemplo, con qué frecuencia piensa en los momentos de felicidad que esta no durará mucho o si cree que otros le considerarán un engreído.

Un equipo dirigido por Filip Raes, psicólogo de la Universidad de Lovaina, solicitó a 143 estudiantes de secundaria y 344 universitarios que respondieran al test. Después de cuatro y cinco meses, respectivamente, les pidió que rellenaran un cuestionario de depresión. Descubrieron que cuanto mayor era la puntuación en el primer test en relación a evitar los sentimientos positivos, más síntomas depresivos manifestaban después. Esta relación también se constató al medir la intensidad de las quejas en el inicio del estudio.

Cuatro ideas y una desgracia

Mohsen Joshanloo, de la Universidad Nacional Chungbuk, en Corea del Sur, describe en un artículo de revisión cuatro supuestos explicativos que pueden subyacer a la evitación de la felicidad. Primero: sentirse feliz aumenta la posibilidad de que todo vaya luego a peor. Segundo: ser feliz es inmoral. Tercero: expresar felicidad aumenta la distancia con los demás. Cuarto: aspirar a la felicidad no beneficia a uno mismo. Tales ideas se basan principalmente en textos filosóficos y en estudios culturales, así como en proverbios, pues apenas se han estudiado las causas del miedo a los sentimientos positivos.

Gilbert sostiene que esos razonamientos suelen aparecer a temprana edad, cuando los niños anticipan sentimientos de alegría por algún evento que después no sucede. La hija de una mujer que padecía agorafobia (miedo a los espacios abiertos) explicaba a su psicólogo: «No te puedes alegrar nunca por nada. Ni siquiera por ir la playa. Nunca sabes si tu madre va a sufrir de nuevo un ataque de pánico».

Algunos afectados han padecido de niños críticas o castigos frecuentes por mostrar alegría; otros han sentido culpabilidad por razones morales cuando experimentaban felicidad. Gilbert recuerda el caso de una mujer cuya madre iba en silla de ruedas. Su marido la había abandonado. «Cuando la hija quería salir con amigos, la madre le hacía sentirse culpable: "¿Cómo puedes dejarme sola si lo estoy pasando tan mal?"», explica. «La hija era incapaz de divertirse sin pensar: "Espero que mamá se encuentre bien y que no se haya ofendido".»

Ese tipo de informes motivaron al psicólogo a desarrollar un instrumento de medición específico para evaluar la ansiedad ante la felicidad. A lo largo de numerosas sesiones de terapia fue anotando los miedos y reflexiones de sus pacientes a modo de punto de partida para formular los diversos ítems del test («Me preocupa que pueda pasar algo malo cuando me siento bien», «Tengo la sensación de que no merezco ser feliz», entre otros). De ahí nació la Escala para el miedo a la felicidad (*Fear of Happiness Scale*).

Con el fin de perfeccionarla, pidió a varios compañeros que juzgaran cuán plausibles consideraban, bajo su punto de vista, las afirmaciones para describir el miedo a ser feliz. El resultado final fue una escala con diez ítems, la cual puso a prueba con 185 estudiantes, en su mayoría universitarios. Excepto un ítem que Gilbert retiró posteriormente, el resto demostraron ser consistentes: los sujetos contestaron a las preguntas con una tendencia similar. Con todo, la mayoría de los sujetos presentaban ese miedo de manera no muy marcada: la media se encontraba en los 12 de un total de 36 puntos.

Esa iniciativa supuso un importante punto de partida para continuar con la investigación sobre el miedo a ser feliz. Al parecer, podría guardar una estrecha relación con la depresión. Los sujetos que registraban una alta puntuación en el miedo a ser feliz también puntuaban más alto en un cuestionario sobre depresión. «No ser capaz de sentirse feliz es bastante deprimente», señala Gilbert. «Las personas que padecen temor a ser felices tienden a concentrarse en las amenazas. En lugar de pensar en cosas buenas, solo tratan de evitar lo malo.



LA AUTORA

Hanna Drimalla es psicóloga y doctoranda en la Universidad Humboldt de Berlín.

Observan aquello que les podría ocurrir, herir o amenazar. Ello los aflige.»

¿Causa, consecuencia o efecto secundario?

En 2014, Gilbert comprobó en un grupo de pacientes depresivos la relación entre el miedo a ser feliz y la tristeza. Los individuos mostraban mayor ansiedad ante la felicidad que los estudiantes encuestados previamente: en promedio, los probandos depresivos alcanzaban valores cercanos a los 24 puntos. Además, cuanto más miedo a ser feliz sentían, más síntomas de estrés, ansiedad y signos de depresión manifestaban. Sin embargo, estos datos no confirman si el miedo a la felicidad es causa, consecuencia o más bien efecto secundario de una depresión.

Probablemente, eso tampoco sea lo esencial, indica Gilbert. «El miedo a ser feliz constituye solo un factor. No obstante, es importante trabajar este aspecto en la terapia.» El psicólogo aboga por tratar el fenómeno de la misma manera que se aborda cualquier otra fobia: mediante exposición progresiva al estímulo que desencadena el miedo. «De manera similar al terapeuta que acompaña a su paciente al aire libre para tratar la agorafobia, las personas que temen ser felices deben experimentar cada vez más alegrías. Se puede empezar con que disfrute conscientemente del sabor de una comida.» Sin embargo, por ahora no se ha estudiado si esta combinación de plena consciencia y exposición alivia los síntomas.

Jürgen Margraf, de la Universidad del Ruhr en Bochum, también considera sensato abordar el problema desde la psicoterapia. Recomienda reflexionar sobre la situación individual, puesto que puede ser muy versátil. «Los síntomas subclínicos y poco definidos acostumbran a ser muy variables», afirma. «Además de la confrontación, otras medidas encaminadas a transformar la motivación o el estilo de vida del paciente pueden resultar razonables.»

De niños, algunos afectados sufrieron críticas o castigos por mostrar alegría; otros vivían con culpa la sensación de felicidad por motivos morales

Sin embargo, no todos los investigadores consideran que sea necesario curar el miedo a la felicidad. Mohsen Joshanloo, de la Universidad Keimyung, advierte que este fenómeno se pueda «patologizar». «Desde el punto de vista de Gilbert y sus colaboradores, el miedo a ser feliz es un problema emocional que debe corregirse. Eso puede ser legítimo en el caso de pacientes depresivos, pero en ocasiones este fenómeno deriva de valores culturales, los cuales deberían contemplarse como algo normal.»

En cada cultura se contempla la felicidad de manera distinta. Un equipo dirigido por la psicóloga Li-Jun Ji, de la Universidad Queen en Kingston, presentó a 140 estudiantes estadounidenses y a otros 181 chinos varias gráficas sobre el recorrido de la felicidad durante la vida. Los sujetos debían elegir aquella curva que se ajustase más a su propia existencia. Los participantes de EE.UU. escogieron aquellas variantes en las que la felicidad aumentaba o disminuía de manera progresiva con más frecuencia que los sujetos chinos. Dicho de otro modo, los estudiantes orientales daban más por sentado que su felicidad fluctuaría a lo largo de la vida que los individuos

El lado oscuro de la felicidad

En la sociedad estadounidense, la búsqueda de la felicidad se halla sólidamente arraigada. Incluso la publicidad exige: «¡Compra felicidad!». También existen estudios que concluyen que los sentimientos de felicidad resultan beneficiosos para el cuerpo y la mente. Sin embargo, la psicóloga June Gruber, de la Universidad de Colorado en Boulder, explica en un artículo de revisión de 2011 que esta emoción posee también la cara contraria.

Cuando nos dejamos llevar por la alegría, nos arriesgamos más y prestamos menos atención a los peligros. Además, las investigaciones muestran que las personas que se sienten de buen humor se basan más en sus prejuicios a la hora de tomar decisiones en lugar de premeditarlas.

La memoria también puede verse afectada por las sensaciones demasiado positivas. Justin Storbeck, del Queens College, y Gerald Clore, de la Universidad de Virginia, confirmaron que los participantes que se hallaban de buen humor recordaban con peor precisión el contenido que habían aprendido antes que los que estaban malhumorados.

Verlo todo de color rosa parece empañar también el sentido de la justicia. Hui Bing Tan y Joseph Forgas, ambos de la Universidad de Nueva Gales del Sur, pidieron a sus probandos que compartieran billetes de lotería con otras personas. Los sujetos alegres regalaban menos billetes, y si accedían a ello, les costaba más realizar ese gesto altruista.

Journal of Personality and Social Psychology, vol. 6, págs. 222-233, 2011; *Psychological Science*, vol. 10, págs. 785-791, 2005; *Journal of Experimental Social Psychology*, vol. 46, págs. 571-576, 2010



NEUFFER-DESIGN

Pocas veces se halla el sendero directo hacia la felicidad. En parte, porque nosotros mismos nos encontramos en medio del camino.

estadounidenses. La idea se arraiga en el taoísmo, indica el autor del estudio.

Todo cambia: también los sentimientos

La escuela del taoismo, originaria de China, considera que todo se encuentra en constante transformación. Por este motivo, la búsqueda de la felicidad es un valor menos extendido en los países con influencia taoísta que en los occidentales, afirma Joshanloo.

Con el fin de comparar el miedo a la felicidad entre los ciudadanos de diferentes países, en 2014 encuestó a más de 2700 estudiantes de todo el mundo. Rusos, iraníes, japoneses, estadounidenses, holandeses y representantes de otras diez naciones cumplimentaron el cuestionario. Joshanloo empleó para su trabajo un instrumento de medición que él mismo había diseñado. Constaba de cinco ítems similares a la escala de Gilbert, aunque presentaba ciertas diferencias. Mientras esta última se centra en el malestar y la desconfianza que genera la felicidad, el listado de Joshanloo incluye afirmaciones generales como: «Tras la buena suerte, a menudo ocurren desgracias».

Joshanloo comprobó que, excepto en la India y Kenia, el miedo a ser feliz se daba en todos los países, aunque con valores medios diversos: desde 1,98 en Brasil y 2,54 en Estados Unidos, pasando por 3,16 en Japón, hasta 3,8 de Pakistán. Con todo, en una escala de uno («no estoy de acuerdo») a siete («estoy completamente de acuerdo»), los valores no resultaron alarmantes ni destacaron diferencias notables entre las diversas naciones. No obstante, al parecer el miedo a la felicidad impera más en las culturas que se caracterizan por el conformismo. Las personas al este de Asia temen la envidia de los demás con mayor intensidad. En una encuesta posterior, los ciudadanos del Japón se mostraron más preocupados que los estadounidenses por el hecho de que manifestar felicidad podía causar envidia. La religión ejercía una influencia menor.

Junto a las diferencias culturales, Joshanloo investigó la relación entre el miedo a ser feliz y el manejo de las emociones positivas. Observó que cuanto más temor a sentir felicidad manifiestaba una persona, más se esforzaba en neutralizar su alegría. Pero ¿precede el miedo a la evitación o a la inversa? Por el momento, se desconoce la respuesta.

La represión de los estados de ánimo de gran felicidad reducen la satisfacción con la vida, constató también Joshanloo. Cuanto más teme una persona los sentimientos positivos, más disminuye su bienestar general. Sin embargo, las relaciones descritas por el investigador de la Universidad Keimyung resultaron más débiles que las de Gilbert. La diferencia podría deberse a que la escala de este último se aplicó en Estados Unidos. «Los estadounidenses otorgan mayor importancia a las experiencias felices en comparación con las personas de culturas no occidentales», argumenta Joshanloo.

En caso de que el miedo obstaculice la posibilidad de disfrutar debe buscarse ayuda, aconseja Gilbert. También recomienda ser consciente de esos pensamientos y usar el autocontrol para manejarlos mejor y sentirse más relajado. Harting, el lanzador de disco, lo atestigua: «A mí me ha funcionado. Antes pensaba que una persona no debía ser feliz ni alegrarse.»

Confiemos en nuestra felicidad en lugar de temerla. Aprender a controlar las emociones exageradas y recordar que la felicidad no dura siempre, sino que va y viene, puede ayudar. ★

PARA SABER MÁS

Savoring versus dampening: Self-esteem differences in regulating positive affect. J. V. Wood et al. en *Journal of Personality and Social Psychology* vol. 85, págs. 566-580, 2003.

Fears of happiness and compassion in relationship with depression, alexithymia, and attachment security in a depressed sample. P. Gilbert en al. en *British Journal of Clinical Psychology* 10.1111/bjc.12037, 2013.

Fragility of happiness beliefs across 15 national groups. M. Joshanloo et al. en *Journal of Happiness Studies* 10.1007/s10902-014-9553-0, 2014.

EN NUESTRO ARCHIVO

La búsqueda de la felicidad. Uwe Hartmann, Udo Schneider y Hinderk M. Emrich en *MyC* n.º 4, 2003.

Nutrición

La leche materna potencia el aprendizaje

Un oligosacárido de la leche humana tiene efectos beneficiosos sobre la capacidad de aprender y recordar, según se ha constatado en roedores

Enrique Vázquez, Esther Martínez Lara y Agnès Gruart

Aunque la leche artificial para recién nacidos que se comercializa hoy en día ofrece resultados satisfactorios, persisten importantes diferencias en su composición respecto a la leche materna. La principal disimilitud estriba en el contenido de hidratos de carbono.

En la leche de la madre, los carbohidratos se dividen en la lactosa (oligosacárido destinado a proporcionar energía inmediata) y un gran número de azúcares simples no digeribles: los llamados oligosacáridos de la leche humana (OLH). Los OLH constituyen el tercer grupo de nutrientes de la leche materna, después de las grasas y la lactosa, siendo incluso más abundantes que las proteínas. Ello sugiere que estos compuestos desempeñan un importante papel para la nutrición y el desarrollo del bebé. En la leche de vaca y, por ende, en las fórmulas infantiles que se producen a partir de esta, los oligosacáridos representan una fracción muy pequeña; además, su variedad es mucho menor que en la leche humana.

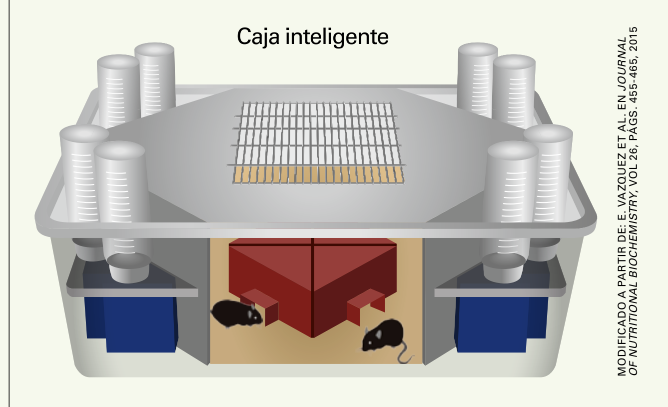
Roedores más listos

La lactancia natural se relaciona con muchos efectos positivos en la salud del recién nacido: aumenta la resistencia a las infecciones, existe un mayor desarrollo del sistema inmunitario y mejora la adquisición de ciertas funciones cognitivas, entre otros.

En fecha reciente, según publicamos en *Journal of Nutritional Biochemistry,* hemos comprobado en roedores que el oligosacárido más abundante de la leche humana, la 2'-fucosil lactosa (2'-FL), favorece diversas capacidades cognitivas relacionadas con el aprendizaje.

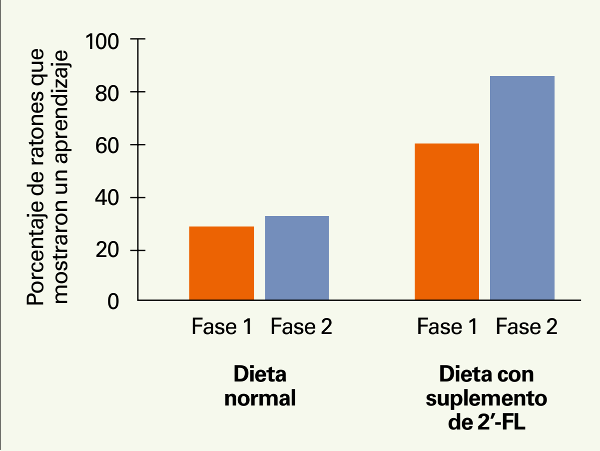
LOS AUTORES

Enrique Vázquez investiga en el departamento I+D de los laboratorios Abbott España. *Esther Martínez Lara* es profesora del departamento de bioquímica y biología molecular de la Universidad de Jaén. *Agnès Gruart* imparte clases en la división de neurociencias de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla.



MODIFICADO A PARTIR DE: E. VAZQUEZ ET AL. EN *JOURNAL OF NUTRITIONAL BIOCHEMISTRY*, VOL 26, PÁGS. 455-465, 2015

Para conocer los beneficios cognitivos del 2'-fucosil lactosa (2'-FL), el oligosacárido más abundante de la leche humana, se colocaron dos grupos de ratones silvestres (uno tratado con una dieta normal y otro con comida enriquecida con 2'-FL) en la llamada «caja inteligente». Esta cuantifica de manera automática las veces que cada animal consigue acceder al bebedero en función de su aprendizaje de la prueba motora: deben introducir la cabeza en una ranura un total de ocho veces para beber. El experimento se ejecutó en dos fases con seis días de diferencia entre sí (*gráfica*). El grupo tratado con 2'-FL (*azul*) mostró un mejor rendimiento que los ratones de control (*naranja*) en ambas fases.



De investigaciones anteriores se sabe que en las sinapsis de las ratas participan glicoproteínas fucosiladas, es decir, moléculas que poseen el monosacárido fucosa. Asimismo, se ha constatado que cuando estos animales aprenden, la fucosa se incorpora a las proteínas del hipocampo, área cerebral que se relaciona con los procesos de memoria y aprendizaje espaciotemporal.

Con el fin de conocer los efectos de la 2'-FL para el cerebro, nuestro equipo administró 2'-FL a diario y durante tres meses (en una dosis de 350 miligramos por kilo) a los roedores. También utilizamos la caja inteligente con el fin de registrar el rendimiento de los ratones en las pruebas de aprendizaje asociativo. Una vez en la caja, los animales tuvieron que introducir la cabeza en una ranura para obtener una pequeña cantidad de agua. En el caso de las ratas usamos jaulas de Skinner, en las cuales los individuos debían apretar una palanca para conseguir una porción de alimento.

Los ratones que habían ingerido alimento enriquecido con 2'-FL completaron más pruebas de aprendizaje y de forma más rápida que los ejemplares que habían recibido una dieta normal (grupo de control). Además, la administración oral de 2'-FL fortalecía la potenciación a largo plazo en el hipocampo de los animales. Cabe recordar que el mecanismo neuronal de esta potenciación subyace a la adquisición de habilidades motoras y cognitivas así como a la formación de memorias a largo plazo. Su medición requiere una compleja técnica electrofisiológica que, por lo común, se lleva a cabo in vitro a partir de delgadas rebanadas de tejido cerebral del individuo.

Junto con las técnicas electrofisiológicas, evaluamos los diferentes marcadores moleculares clave para el proceso de plasticidad sináptica (PSD-95, la p-CaMKII α y BDNF), los cuales se encuentran en las estructuras corticales y subcorticales del cerebro.

Los resultados sugieren que los oligosacáridos de la leche humana podrían constituir un novedoso ingrediente para mejorar las fórmulas de los productos infantiles, de manera que estos se asemejarían más al alimento que proporcionan las madres a sus bebés. ★

PARA SABER MÁS

Molecular and biosynthetic heterogeneity of fucosyl glycoproteins associated with rat brain synaptic functions. J. W. Gurd en *Biochemical and Biophysical Acta*, vol. 555, págs. 221-229, 1979.

Impairment of glycoprotein fucosylation in rat hippocampus and the consequences on memory formation. R. Jork, G. Grecksch y H. Matthies en *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, vol. 25, págs. 1137-1144, 1986.

Effects of a human milk oligosaccharide, 2'-fucosyllactose, on hippocampal long-term potentiation and learning capabilities in rodents. E. Vázquez et al. en *Journal of Nutritional Biochemistry*, vol. 26, págs. 455-465, 2015.

EN NUESTRO ARCHIVO

Así protege la leche de la madre al recién nacido. Jack Newman en *IyC*, febrero de 1996.

Un alimento «vivo». J. M. Rodríguez Gómez en *IyC*, agosto de 2011.

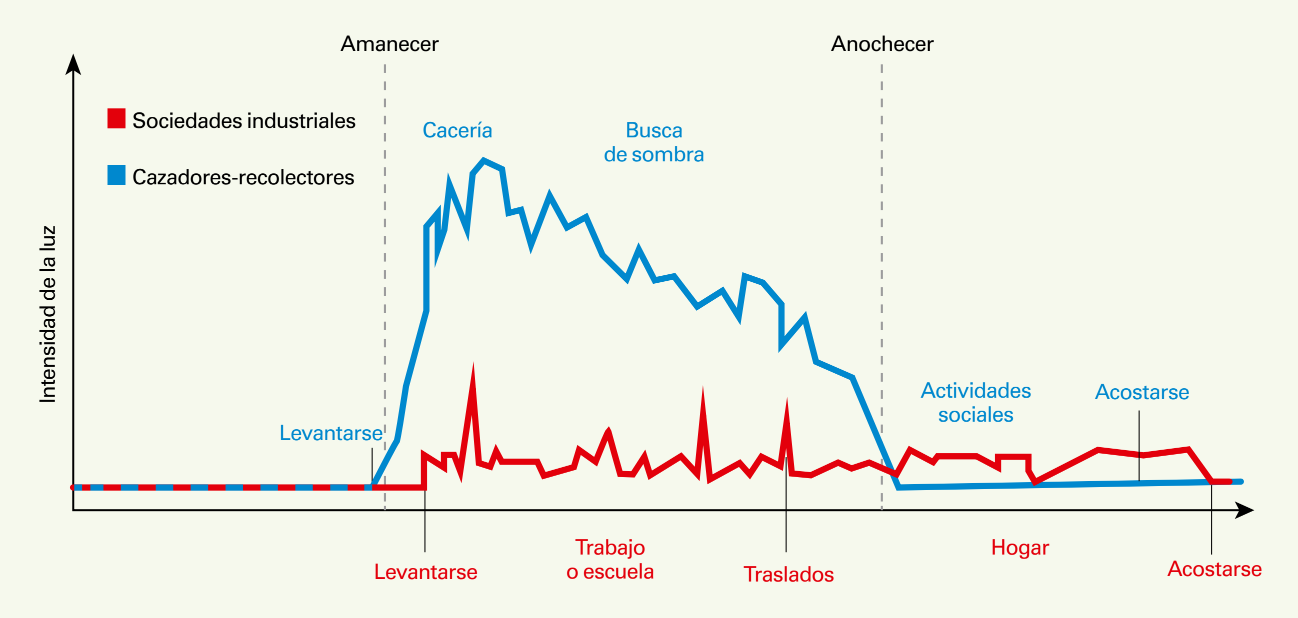
Sueño

Evolución de los hábitos de descanso en los humanos

La duración natural de nuestro dormir es de unas siete horas, según un estudio reciente. La temperatura ambiente y los ciclos de luz y oscuridad determinan el ritmo de sueño y vigilia

Derk-Jan Dijk y Anne C. Skeldon

¿Cuántas horas debemos dormir? El horario escolar y laboral de hoy en día ¿se ajusta a nuestro reloj interno? Estas preguntas parecen de interés actual, pues los medios de comunicación publican con cierta frecuencia informaciones en las que se destaca la importancia del descanso y ritmo de vida cotidiana para nuestra salud física y mental. Por otra parte, esa insistencia lleva a pensar que los hábitos de descanso modernos no resultan saludables. Pero ¿cuáles son nuestras pautas naturales de sueño? Con el fin de averiguarlo, en fecha reciente un equipo de neurocientíficos y antropólogos internacional encabezado por Gandhi Yetish, de la Universidad de Nuevo México, ha investigado y publicado en *Current Biology* los hábitos de



El estudio dirigido por Gandhi Yetish, de la Universidad de Nuevo México, sobre las pautas de sueño en grupos de cazadores recolectores o horticultores permite comparar las pautas de sueño y las actividades cotidianas típicas de individuos de poblaciones modernas preindustriales y las correspondientes prácticas en sociedades industrializadas. En las últimas, el acceso regular a la electricidad aleja a sus habitantes del ciclo de luz y oscuridad natural y permite que las personas determinen por ellas mismas la exposición lumínica. Los hallazgos de la investigación revelan que la duración media del descanso es bastante similar en ambos tipos de sociedades. Sin embargo, los individuos de poblaciones preindustriales muestran un ritmo del sueño más en sincronía con los ciclos ambientales que los habitantes de países industrializados.

sueño de tres grupos étnicos de cazadores-recolectores y cazadores-horticultores. Durante el estudio, y como es habitual en estas comunidades, los sujetos carecían de electricidad; aparte del sol y la luna, su única fuente de luz era el fuego.

Los participantes del estudio pertenecían a las siguientes poblaciones indígenas: hadza, de Tanzania, !kung, de Namibia, y tismane', de Bolivia. Mediante dispositivos para registrar la actividad y la luz, los autores supervisaron el sueño de los participantes a lo largo de varios días o semanas. Hallaron que, en los tres grupos, la duración media del sueño (intervalo desde que el sujeto inicia hasta que concluye su descanso) era de 7,7 horas. Si restaban los intervalos de vigilia que acontecían durante la noche, el tiempo neto de sueño alcanzaba solo 6,4 horas. ¿Se corresponden estas cifras con las de las sociedades industrializadas modernas, en las que se usa la electricidad? La respuesta se desconoce, porque hasta ahora casi todas las estimaciones se basan en informes subjetivos. Con todo, estos indican que la duración media de nuestro sueño se encuentra entre 7 y 7,5 horas. Si bien este valor depende de ciertos factores, como el día de la semana y la edad de la persona, difiere poco del hallado en los pueblos indígenas.

¿Cuándo tenían lugar las 7,7 horas de sueño registradas en los diversos grupos étnicos? Estos individuos determinaban la hora de acostarse a partir de indicios ambientales y de su reloj biológico interno. Por otro lado, los investigadores observaron que prescindían de la siesta. Tampoco se acostaban al anochecer, sino que, de promedio, unas 3,3 horas después de caer la noche. Mas este valor medio oculta una notable variación diaria en el comienzo del sueño. En otras palabras, la regularidad en la hora de acostarse no parece un rasgo característico del sueño natural. En cambio, los miembros de cada grupo tendían a despertarse a horas similares, por lo general, antes del amanecer. ¿Existen semejanzas entre sus hábitos de sueño y los de los habitantes de las sociedades industrializadas modernas? Aunque numerosas personas van a descansar mucho después de caída la noche, pocas se levantan sistemáticamente antes del amanecer.

LOS AUTORES

Derk-Jan Dijk y *Anne C. Skeldon* trabajan, respectivamente, en el Centro de Investigación del Sueño y en el departamento de matemáticas de la Universidad de Surrey en el Reino Unido.

Reloj interno en sincronía con el exterior

La cronología del sueño natural se vincula fácilmente con lo que se sabe sobre los ritmos biológicos diarios. La rotación de la Tierra produce cambios ambientales cíclicos de luz y oscuridad y de calor y de frío, y la evolución ha favorecido la supervivencia de mecanismos biológicos que pronostican estas regularidades geofísicas diarias. Esa ritmicidad se ha observado incluso a niveles celulares y moleculares: prácticamente cada una de las células del organismo humano presenta cada 24 horas aproximadamente oscilaciones cíclicas (circadianas) en la expresión de genes. Se cree que la sincronía de estos millones de ritmos celulares individuales se halla orquestada por un reloj central en el cerebro. Se sabe que el ciclo de luz y oscuridad constituye el estímulo ambiental más sobresaliente para sincronizar ese reloj interno con el mundo exterior. Este mecanismo natural determina cuándo sentimos necesidad de dormir.

Sin embargo, desde el descubrimiento del fuego, los humanos hemos aprendido a manipular nuestra exposición a la luz. Podemos ampliar el período de luz encendiendo una antorcha, una vela, una lámpara de aceite, una bombilla de incandescencia, un tubo fluorescente o un panel de ledes. De esta manera disponemos de un control sobre el estímulo que sincroniza nuestro reloj interno. En cambio, los cazadores recolectores u horticultores del reciente estudio solo poseían un control limitado sobre el mismo, pues la tenue luz rojiza emitida por sus hogueras ejerce un efecto biológico menor en comparación con la luz eléctrica, la cual presenta una fuerte componente azul (se puede apreciar, por ejemplo, en los dispositivos electrónicos y las bombillas de bajo consumo).

El efecto de la electricidad y la temperatura

La llegada de la luz eléctrica en etnias como los qom, quienes habitan en la región argentina del Chaco, o los goma, en el Amazonas, ha retrasado la hora de acostarse de los pobladores a la vez que ha acortado la duración de su descanso, según revelan otros estudios. Por otra parte, una investigación que compara la conducta de ciudadanos estadounidenses en su vida diaria con la que muestran cuando van de acampada sugiere que el acceso a la luz eléctrica no solo modifica el reloj circadiano; también aumenta la variabilidad individual en la hora de acostarse. Incluso es posible que la tendencia a trasnochar de muchos adolescentes y el consiguiente debate sobre la propuesta de retrasar el comienzo de las clases escolares se deban en gran medida y de manera directa a la manipulación del ambiente lumínico.

El trabajo llevado a cabo por Yetish y sus colaboradores señala la temperatura como un segundo factor ambiental que influye sobre la cronología del sueño humano. La temperatura basal de nuestro cuerpo sube y baja cada 24 horas y, por lo general, la fase de sueño concuerda con el descenso de la temperatura ambiente. Dado que esta última tiende a descender durante las horas de oscuridad, el ritmo de nuestra temperatura corporal basal propende a sincronizarse con ella. Desde un punto de vista energético, se trata de un proceder lógico, pues la diferencia entre las temperaturas ambiente y corporal tiende a disminuir al máximo posible y reducir de esta manera el consumo de energía necesario para permanecer calientes.

Este vínculo entre la temperatura ambiental, las exigencias metabólicas y el ciclo de sueño y vigilia ha merecido atención en el estudio tanto del descanso en humanos como en animales. Los científicos han observado que el despertar se encuentra asociado a la temperatura ambiental mínima. El equipo internacional observó que los miembros de la población !kung se desvelaban en verano después del amanecer, momento del día en que la temperatura ambiental es mínima en dicha estación del año.

Empezamos a comprender el impacto que el mundo artificial impone sobre nuestro ritmo de sueño y vigilia. Aunque disponemos de datos alentadores sobre la forma en que el ambiente luminoso de la vida moderna afecta a nuestras pautas de descanso, son escasos los datos que indiquen cómo manipulamos el ambiente térmico y los efectos que esa manipulación puede desempeñar en nuestro dormir. El estudio dirigido por Yetish aporta hallazgos que revelan los hábitos de sueño de nuestros antepasados a la vez que abre las puertas para ulteriores estudios sobre los efectos de la luz y la temperatura en los hábitos de descanso actuales. ★

Artículo original publicado en Nature, *vol. 527, págs. 176-177, 2015*
Traducido con el permiso de Macmillan Publishers Ltd.



PARA SABER MÁS

Natural sleep and its seasonal variations in three pre-industrial societies. G. Yetish et al. en *Current Biology*, vol. 25, n.º 21, págs. 2862-2868, noviembre, 2015.

Access to electric light is associated with shorter sleep duration in a traditionally hunter-gatherer community. H. O. de la Iglesia et al. en *Journal of Biological Rythms*, vol. 30, págs. 342-350, 2015.

Sleep patterns in Amazon rubber tappers with and without electric light at home. C. R. Moreno et al. en *Scientific Reports*, vol. 5, pág. 14.074, 2015.

EN NUESTRO ARCHIVO

Nuestros relojes internos. Keith C. Summa y Fred W. Turek en *IyC*, septiembre de 2015.

La iluminación artificial desajusta nuestro reloj biológico. Juan Antonio Madrid Pérez en *IyC*, septiembre de 2015.

Neurociencia

Estimulación cerebral para tratar el síndrome de Rett

Ciertas mutaciones del gen *MECP2* provocan el síndrome de Rett. Se ha observado, en ratones, que la estimulación eléctrica de regiones cerebrales profundas mejoran algunos de los síntomas

Stuart R. Cobb

Por lo general, las enfermedades de discapacidad intelectual infantil presentan un origen genético y son resistentes a tratamientos. Apenas se dispone de terapias que alivien las deficiencias en facultades mentales esenciales, como el aprendizaje, la memoria, la concentración o la comunicación. Hasta ahora, la búsqueda de tratamientos se ha centrado en métodos farmacológicos y, en menor medida, en terapias de base genética. En fecha reciente, Zengchao Hao, de la Universidad de California en Irvine, y sus colaboradores han constatado que mediante la estimulación eléctrica de una región profunda del cerebro se logra revertir deficiencias de aprendizaje en ratones transgénicos con el síndrome de Rett, una de las principales causas de discapacidad intelectual en niñas.

La estimulación cerebral profunda (ECP) se ha utilizado para tratar ciertas neuropatologías y trastornos mentales, entre ellos, la enfermedad de Parkinson, la migraña crónica, el trastorno obsesivo-compulsivo y la depresión clínica. Si bien la ECP ya se aplica para tratar dolencias relacionadas con el movimiento y resistentes a otras terapias, en el caso de neuropatías y psicopatías sigue siendo un procedimiento experimental, rara vez utilizado en niños. La ECP entraña la implantación en el cerebro de electrodos muy delgados, que es necesario colocar a la profundidad adecuada y en el punto requerido. Mediante un dispositivo eléctrico, se suministran impulsos controlados para estimular la actividad cerebral local de forma regulada. Con todo, el mecanismo exacto de la ECP sigue siendo, en gran medida, un misterio.

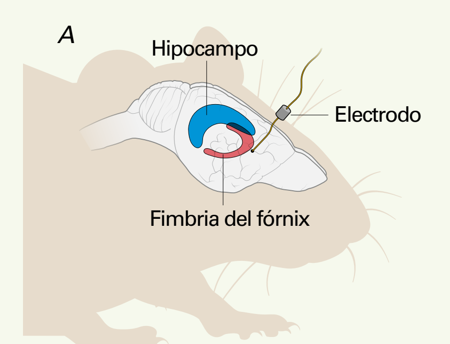
Según se ha observado, este método mejora la cognición en ratas adultas con recordación deficiente, lo que sugiere que podría frenar el declive cognitivo en personas con alzhéimer. El informe de Hao y sus colaboradores constituye la primera demostración de que la estimulación cerebral profunda ofrece la posibilidad de abordar una deficiencia intelectual infantil. Los autores se centraron en el síndrome de Rett, considerado uno de los trastornos de mayor gravedad en el espectro de minusvalías intelectuales y que, casi siempre, resulta de mutaciones en el gen *MECP2*. Los ratones con alteraciones en este gen presentan deficiencias intelectuales y remedan ciertos rasgos definitorios del síndrome: deterioro de destrezas motoras y del control de la respiración, además de otros efectos neurológicos.

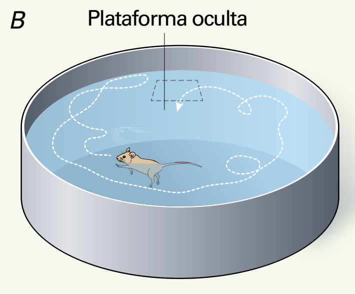
Los investigadores aplicaron el tratamiento con ECP a la fimbria del fórnix, un nodo de fibras nerviosas que conecta las regiones del hipocampo de cada hemisferio cerebral (estas áreas participan en ciertas formas de memoria), tanto entre sí como con otras estructuras cerebrales. Estimularon la fimbria del fórnix de los ratones durante dos semanas. Al cabo de 21 días examinaron la conducta de los roedores con pruebas de comportamiento. Observaron que los ratones sanos tratados con ECP mostraban una modesta mejoría en aquellas formas de aprendizaje y recordación que dependen de la función hipocampal. Los animales con síndrome de Rett exhibieron una mejoría notable en el aprendizaje espacial dependiente del hipocampo y en el recuerdo de situaciones y entornos peligrosos. En estas dos funciones cognitivas, su rendimiento era similar al de sus congéneres sanos no estimulados.

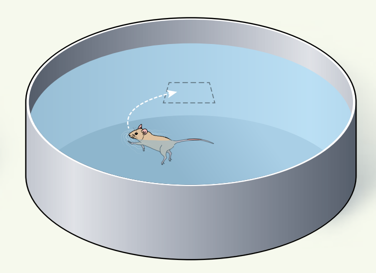
Sin embargo, estos resultados deben tomarse con cautela. Las pruebas llevadas a cabo en modelos animales tienden a ser muy específicas y no está claro hasta qué punto pueden existir correspondencias entre las medidas de funciones cognitivas en roedores (por ejemplo, su habilidad en el laberinto) con los dominios cognitivos que se deben tratar en humanos. Además, los test conductivistas en roedores pueden ser malos predictores de las respuestas en humanos. Ello ocurre sobre todo en los ensayos de posibles fármacos potenciadores de las capacidades cognitivas. Un número elevado de estos potenciales medicamentos acaba rechazándose, pues muchos de los que parecen prometedores en animales carecen de eficacia en los ensayos clínicos con humanos.

EL AUTOR

Stuart R. Cobb trabaja en el Instituto de Neurociencias y Psicología y en la Escuela de Medicina,Veterinaria y Ciencias de la Vida en la Universidad de Glasgow.







Los investigadores aplicaron el método de estimulación cerebral profunda (ECP) a ratones transgénicos con síndrome de Rett. Implantaron los electrodos en la fimbria del fórnix, un haz de fibras nerviosas del cerebro que conecta las regiones hipocampales responsables de ciertas formas de memoria tanto entre sí como con estructuras cerebrales más profundas. A continuación, estimularon dicha región con electricidad (*A*). Los ratones con síndrome de Rett a los que se había aplicado ECP encontraron con mayor facilidad la plataforma oculta bajo el agua (laberinto de Morris) en comparación con los no tratados. Al parecer, la estimulación favoreció sus capacidades de memorización y de aprendizaje dependientes del hipocampo.

Mejoría con limitaciones

El reciente estudio indica que los efectos de la ECP en la fimbria del fórnix se restringen a dominios cognitivos específicos, ya que no se observa una mejoría en otros síntomas afines a los del síndrome de Rett, como son ansiedad alterada, sensibilidad al dolor o control de la motricidad. Ello quizá no sorprenda si se tiene en cuenta la diana cerebral elegida por el equipo de Hao. No obstante, la ECP ha sido eficaz para minorar otras alteraciones, sobre todo relacionadas con la motricidad. En definitiva, es posible que modificando la posición de los electrodos puedan mejorarse otros síntomas del síndrome de Rett.

En las próximas investigaciones se deberá analizar el mecanismo por el cual la ECP mejora el aprendizaje en ratones con síndrome de Rett, y determinar si sus efectos en las personas son similares, ya sea en relación al síndrome de Rett u otro tipo de discapacidad intelectual. Se cree que la forma principal de codificación de los recuerdos consiste en la modificación del vigor de conexiones sinápticas entre neuronas; además, la perturbación de esta plasticidad sináptica se relaciona con muchos trastornos en el neurodesarrollo. El equipo de Hao ha demostrado que en el hipocampo de los ratones con síndrome de Rett se encuentra dañada la potenciación de larga duración, la cual permite reforzar la estimulación cerebral profunda. Esta, además, potencia la generación de neuronas a partir de células pluripotentes alojadas en el hipocampo, según sus resultados. Para determinar si estos efectos son simples biomarcadores de la estimulación en los circuitos neurales hipocampales o si contribuyen a la acción procognitiva de la ECP es necesaria una ulterior investigación.

El escaso hallazgo de tratamientos para los síntomas principales de los trastornos de discapacidad intelectual infantil constituye uno de los grandes problemas pendientes de solución de la neurociencia contemporánea. Los estudios genéticos indican que existen muchas anomalías moleculares capaces de provocar discapacidad intelectual, lo que probablemente explica la prevalencia de estos trastornos y la dificultad de dar con tratamientos exitosos. Cuesta imaginar una terapia farmacológica eficaz para muchas formas de discapacidad intelectual.

Aunque la ECP es una técnica invasiva, se la considera segura y controlable. Resta por ver si la ECP se podrá aplicar de manera amplia en trastornos de discapacidad intelectual y si algún día se convertirá en una opción no excepcional de tratamiento. Este tipo de investigaciones dan impulso a futuros estudios en esa dirección. ★

Artículo original publicado en Nature, *vol. 526, págs. 331-332, 2015*
Traducido con el permiso de Macmillan Publishers Ltd.

Con la colaboración de nature

PARA SABER MÁS

Deep brain stimulation: Current and future clinical applications. M. K. Lyons en *Mayo Clinic Proceedings*, vol. 86, págs. 662-672, 2011.

Forniceal deep brain stimulation rescues hippocampal memory in Rett syndrome mice. S. Hao et al. en *Nature*, vol. 526, págs. 430-434, 2015.

Rett syndrome: A complex disorder with simple roots. J. J. Lyst y A. Bird en *Nature Reviews of Genetics*, vol. 16, págs. 261-275, 2015.

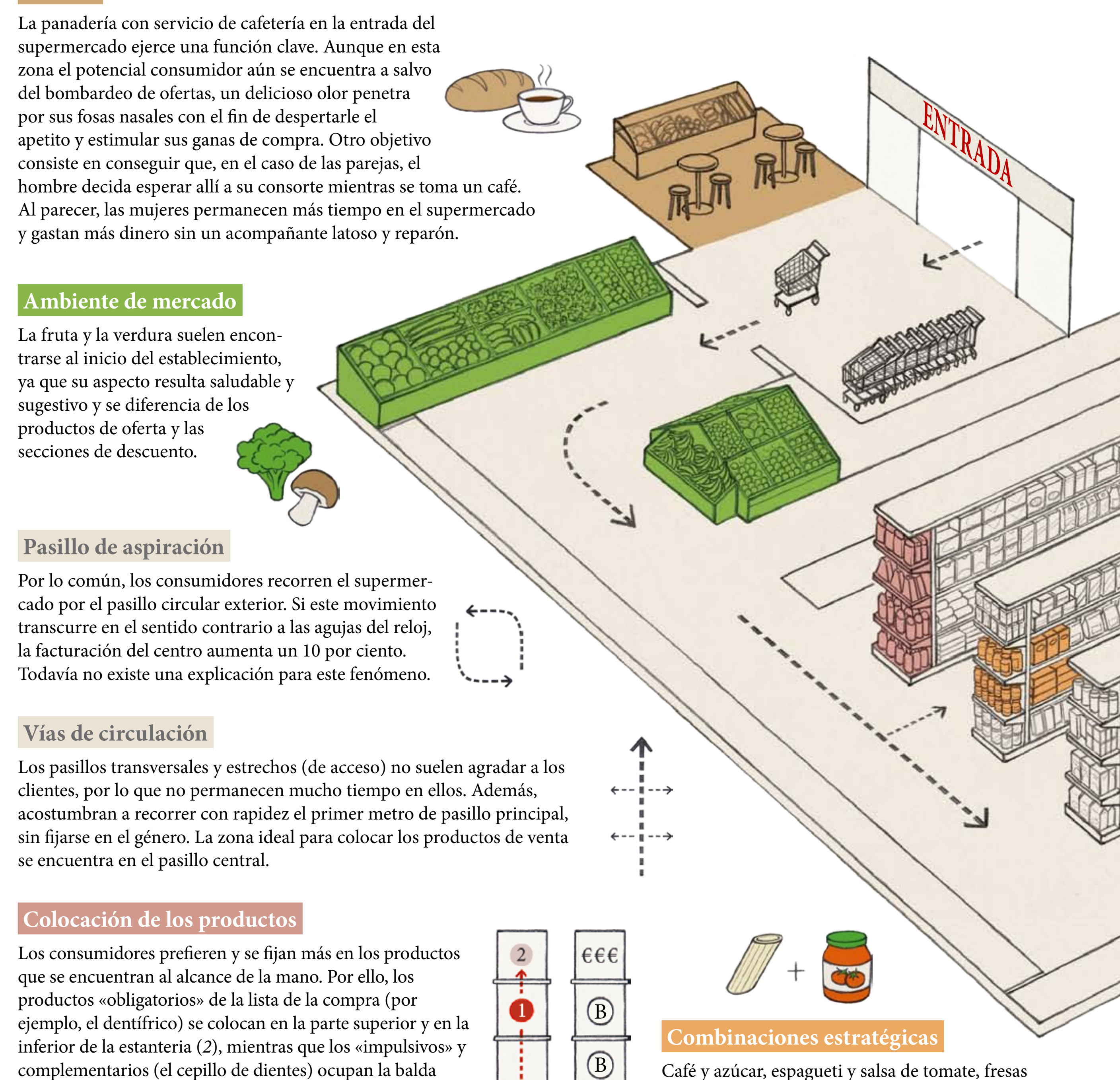
EN NUESTRO ARCHIVO

Los efectos de la estimulación transcraneal. Walter Paulus en *MyC* n.º 76, 2016.

Neuromárketing en el supermercado

Los responsables de las grandes y pequeñas superficies se las ingenian para que los consumidores introduzcan en su carro más productos de los que necesitan o tenían previsto comprar. A continuación mostramos algunas de las estrategias de mercadotecnia que se utilizan en los supermercados para estimular la compra espontánea.

Texto: Ulrich Pontes / Gráfico: Yousun Koh



Entrada

La panadería con servicio de cafetería en la entrada del supermercado ejerce una función clave. Aunque en esta zona el potencial consumidor aún se encuentra a salvo del bombardeo de ofertas, un delicioso olor penetra por sus fosas nasales con el fin de despertarle el apetito y estimular sus ganas de compra. Otro objetivo consiste en conseguir que, en el caso de las parejas, el hombre decida esperar allí a su consorte mientras se toma un café. Al parecer, las mujeres permanecen más tiempo en el supermercado y gastan más dinero sin un acompañante latoso y reparón.

Ambiente de mercado

La fruta y la verdura suelen encontrarse al inicio del establecimiento, ya que su aspecto resulta saludable y sugestivo y se diferencia de los productos de oferta y las secciones de descuento.

Pasillo de aspiración

Por lo común, los consumidores recorren el supermercado por el pasillo circular exterior. Si este movimiento transcurre en el sentido contrario a las agujas del reloj, la facturación del centro aumenta un 10 por ciento. Todavía no existe una explicación para este fenómeno.

Vías de circulación

Los pasillos transversales y estrechos (de acceso) no suelen agradar a los clientes, por lo que no permanecen mucho tiempo en ellos. Además, acostumbran a recorrer con rapidez el primer metro de pasillo principal, sin fijarse en el género. La zona ideal para colocar los productos de venta se encuentra en el pasillo central.

Colocación de los productos

Los consumidores prefieren y se fijan más en los productos que se encuentran al alcance de la mano. Por ello, los productos «obligatorios» de la lista de la compra (por ejemplo, el dentífrico) se colocan en la parte superior y en la inferior de la estantería (*2*), mientras que los «impulsivos» y complementarios (el cepillo de dientes) ocupan la balda central (*1*). Además, los clientes esperan hallar los productos baratos en el estante inferior (€), las marcas blancas, en el central (*B*), y el material caro, en el anaquel superior (€€€).

Combinaciones estratégicas

Café y azúcar, espagueti y salsa de tomate, fresas y nata. La comodidad es sinónimo de triunfo. Por ello, los ingredientes que se complementan suelen colocarse próximos entre sí.

Temperatura



Una temperatura ambiente agradable (entre 19 y 20 grados) logra que los clientes permanezcan más tiempo en el recinto.

Estimulación auditiva



Las canciones con un ritmo de 72 pulsaciones por minuto relajan a los consumidores y alargan su estancia en el supermercado. También se ha constatado que la música clásica favorece la compra de vinos caros.

Puntos regalo

Las recompensas suelen gustar, por lo que la cartilla de puntos regalo contribuye a fidelizar a los usuarios. Además, aporta información sobre sus hábitos de consumo.



Imágenes atractivas

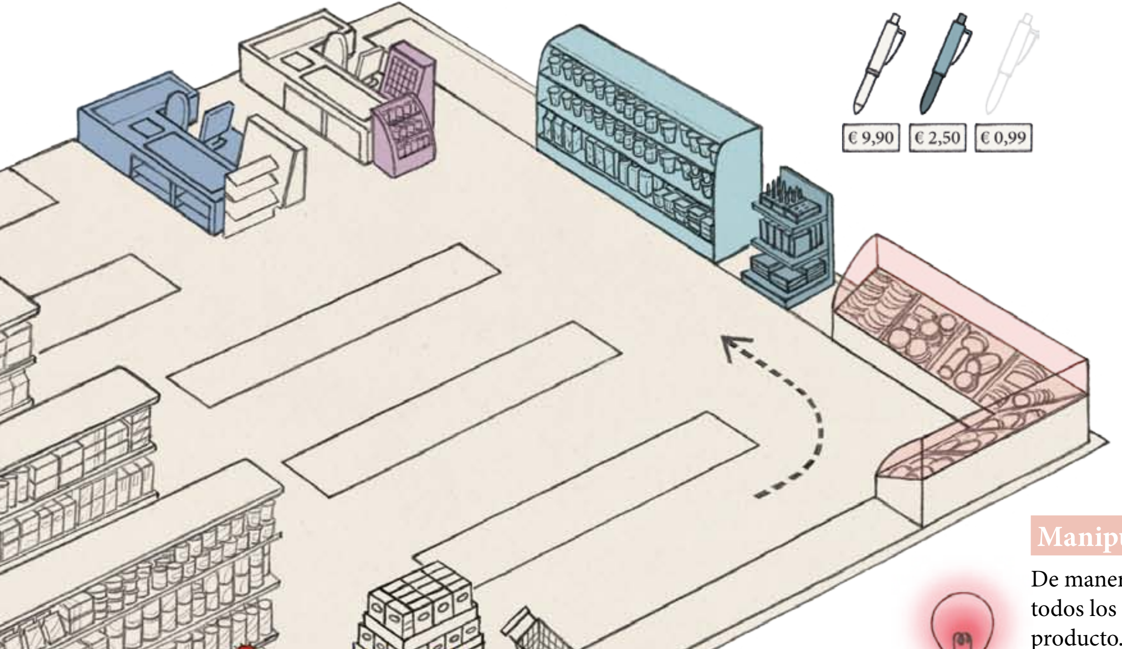
¿Quién no tomaría leche de vacas felices? Compramos lo que nos sugiere la ilustración del envase.

Línea de cajas

Los adultos, como los niños, se cansan de esperar. A menudo, la estantería a pie de caja les incita a caer en la tentación de tomar algún dulce o hacerse con un objeto práctico (unas pilas) para aliviar la sensación de fastidio por tener que guardar cola.

Estrategia de precios

La apariencia de los precios engaña. Un comprador puede considerar aceptable pagar 2,50 euros por un bolígrafo si lo ve situado entre uno de 9,90 euros y otro de 0,99 céntimos. ¿Estaría dispuesto a comprarlo sin esa comparativa?



Ubicación estratégica

Los supermercados se preocupan de que los usuarios que quieren llenar el carro de la compra vean todos los productos que se ofrecen. Para alargar su recorrido, colocan los productos básicos (leche, huevos, etcétera) al fondo del establecimiento. Asimismo, periódicamente cambian la distribución de estos productos con el objetivo de que el consumidor dé más vueltas para encontrarlos.

Manipulación visual

De manera consciente o inconsciente, utilizamos todos los sentidos para evaluar la calidad de un producto. Con el fin de realzar la frescura de los alimentos de la sección cárnica, los supermercados usan una iluminación con un tono rojizo.



Uso del carro de la compra

El modo en que los consumidores utilizan el carro de la compra también se tiene en cuenta. Los clientes que lo «aparcan» con mayor frecuencia compran más. Las zonas cercanas a la fruta y a la verdura, así como a la carne y al jamón, suelen disponer de suficiente espacio para que puedan dejar el carro.

Etiquetas llamativas



A menudo se utilizan etiquetas de precio que llaman la atención con el objetivo de destacar un tipo de alimento de entre una veintena de opciones del mismo producto (por ejemplo, un tipo de arroz).



El truco del palé

Los productos colocados en un palé funcionan como un «botín» que el cliente no debe dejar escapar, independientemente de su precio.

YOUSUN KOH

PARA SABER MÁS

An exploratory look at supermarket shopping paths. J. Larsen et al. en *International Journal of Research in Marketing*, vol. 22, págs. 395-414, 2005.

Inside the mind of the shopper: The science of retailing. H. Sorensen. FT Press, New Jersey, 2009.

An integrative review of sensory marketing: Engaging the senses to affect perception, judgment and behavior. A. Krishna en *Journal of Consumer Psychology*, vol. 22, págs. 332-351, julio de 2012.

SERIE: MANIPULACIÓN CEREBRAL Los investigadores pueden influir de forma cada vez más selectiva en la actividad de las neuronas mediante estímulos eléctricos y magnéticos. Estos métodos abren la esperanza de hallar nuevos procedimientos terapéuticos contra el dolor, la depresión y el alzhéimer

Los efectos de la estimulación transcraneal

WALTER PAULUS

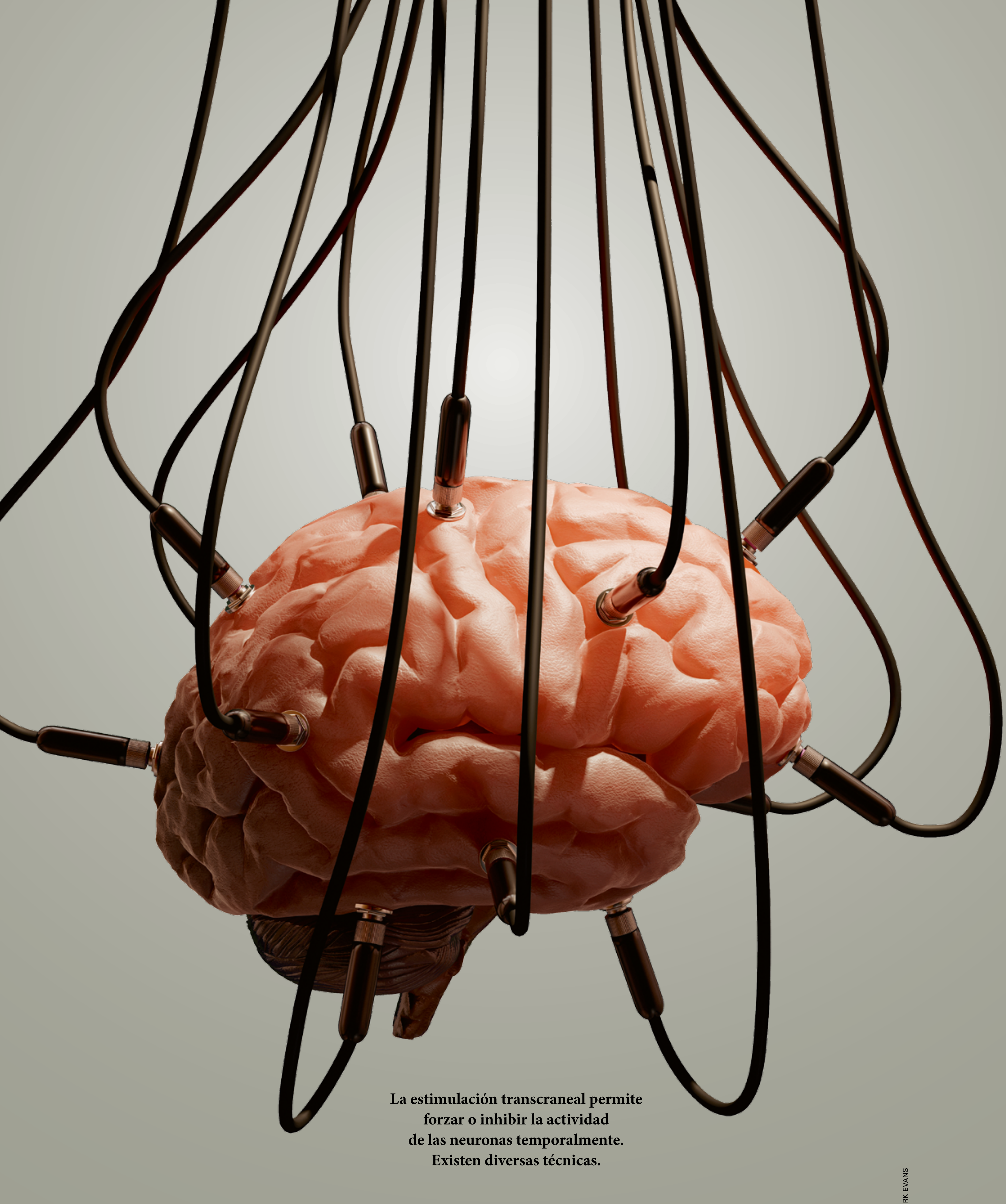
A la mayoría de nosotros, por no decir a todos, nos gustaría poder potenciar nuestra capacidad intelectual con solo colocarnos un pequeño dispositivo sobre la frente. Sin embargo, esta escena pertenece al mundo de la fantasía científica. Lo que sí están tratando de hacer los investigadores es estimular las neuronas para controlar su actividad.

Ya se trabaja para que, en un futuro, se consiga estimular el pensamiento y el aprendizaje de las personas mediante la estimulación eléctrica transcraneal. Asimismo, los médicos prevén que este método permita descubrir nuevas vías de tratamiento para la depresión o el dolor. Desde hace años, la Agencia de Investigaciones de Proyectos Avanzados de Defensa (DARPA, por sus siglas en inglés), perteneciente al Ministerio de Defensa de Estados Unidos, invierte gran cantidad de dinero con el objetivo de aumentar la velocidad de reacción de los soldados o reducir su cansancio mediante esta técnica. No obstante, la aplicación práctica continúa siendo complicada: si se emplea de manera incorrecta, sus efectos pueden ser contrarios a los deseados.

Pero ¿cómo funciona la estimulación cerebral a través de corrientes eléctricas? Para entender su fundamento hemos de hacer una breve incursión en la biología de las neuronas. Estas células nerviosas se comunican entre sí a través de las sinapsis, espacios donde unos mensajeros químicos transmiten señales de una neurona a otra. El procesamiento acontece a partir de fenómenos eléctricos, los cuales, a su vez, se basan en la diferencia de potencial que existe en la membrana celular, entre su medio interior (intracelular) y exterior (extracelular). Si se estimula la neurona disminuye el potencial de membrana y, a la inversa, si la estimulación decrece, el potencial aumenta.

La estimulación transcraneal por corriente continua (ETCC) se basa en alterar el potencial de membrana mediante una débil corriente continua a través de elec-

Serie: «Métodos de manipulación cerebral»



La estimulación transcraneal permite forzar o inhibir la actividad de las neuronas temporalmente. Existen diversas técnicas.

ISTOCK / MARK EVANS

trodos colocados en la cabeza del sujeto. Gracias a estudios con animales sabemos que se puede influir en las neuronas con campos eléctricos de pocos voltios por metro. Estas magnitudes se consiguen con unas diferencias de potencial del orden de 10 voltios. Una corriente eléctrica de un miliamperio produce un ligero picor en la zona de la piel donde se halla colocado el electrodo. El procedimiento no es invasivo.

Las neuronas transportan sus señales a través de una larga prolongación celular: el axón. Por él se propaga una corriente eléctrica, pero no solo eso, también acontecen unos breves impulsos eléctricos (potenciales de acción), los cuales se encargan de transmitir la información.

Las corrientes continuas ligeras pueden elevar o reducir el umbral de provocación de un potencial de acción según estas vayan en una u otra dirección. De este modo, influyen indirectamente sobre la frecuencia de estimulación. Pero si se aplican de forma directa sobre el axón, no consiguen provocar potenciales de acción adicionales. En ese caso, deben utilizarse imanes. Durante unas fracciones de segundo se aplica una corriente alterna de varios miles de amperios en el cerebro del sujeto mediante una bobina magnética que se le coloca sobre el cráneo. El potente campo magnético que se origina da lugar a un breve flujo de corriente que, aunque no provoca dolor, resulta suficiente para que la neurona se desactive.

Músculos magnetizados

El efecto de la estimulación magnética transcraneal (EMT) puede aumentarse si en vez de aplicarse un único impulso de campo magnético se utiliza toda una salva de frecuencias de varios hercios. Esta estimulación magnética repetitiva (EMTr), al igual que la versión por corriente continua, provoca alteraciones que se mantienen en el cerebro más allá de la duración de la estimulación.

Hasta 1985 no se contó con un método de medida adecuado para determinar el efecto de campos eléctricos sobre el sistema nervioso humano. En ese año, Anthony Barker, de la Universidad de Sheffield, aplicó por primera vez la EMT en humanos. El estímulo de la corteza motora produjo resultados llamativos. Cuando el médico y físico estimuló regiones muy localizadas de dicha área cerebral mediante una bobina magnética focal, observó contracciones en unos grupos musculares concretos. Esta actividad podía medirse a través del músculo.

En la Universidad de Gotinga aprovechamos dicho método para determinar el efecto de una corriente continua sobre el cerebro humano. En estudios con animales llevados a cabo en los años sesenta del siglo pasado, se comprobó que bastaban unos pocos minutos de aplicación de una corriente continua para alterar durante varias horas el ritmo de descarga de las neuronas. En el año 2000, para averiguar si estas alteraciones a largo plazo se producían también en humanos mi compañero de laboratorio Michael Nitsche combinó la estimulación transcraneal por corriente continua con la magnética. Medimos la contracción muscular que había provocado el estímulo magnético en la corteza motora de los sujetos. A continuación, aplicamos en esa misma región cerebral una corriente continua. Si las neuronas alteraban su respuesta, también debían responder, de forma más o menos intensa, a un estímulo magnético posterior.

Tras una ETCC de cinco minutos, la corteza motora reaccionaba con mayor intensidad cuando se la estimulaba mediante un campo magnético durante varios minutos. El efecto se mantuvo un tiempo, tanto más prolongado cuanto más había durado la estimulación a través de la corriente continua: una aplicación de 13 minutos propiciaba que los efectos se manifestaran todavía al cabo de una hora.

Inhibición y activación

La forma de colocar los electrodos en la cabeza del probando influye de manera notable en la estimulación. En un primero momento dispusimos el polo positivo (ánodo) directamente sobre la corteza motora; el polo negativo (cátodo) lo colocamos sobre la frente en el lado opuesto del cráneo. Mediante la estimulación anódica disminuía el potencial de membrana de los axones de la corteza motora en algunos milivoltios y aumentaba la tasa de descarga espontánea. En cambio, una estimulación catódica, en la que el polo negativo se encontraba sobre la corteza motora, produjo el efecto contrario. Se daba una disminución de la excitación, puesto que el potencial de

En síntesis: Influir en los procesos neuronales

1 La transmisión de señales en las neuronas se basa en procesos eléctricos. La estimulación cerebral transcraneal puede llevarse a cabo por corriente eléctrica continua o alterna o por campos magnéticos.

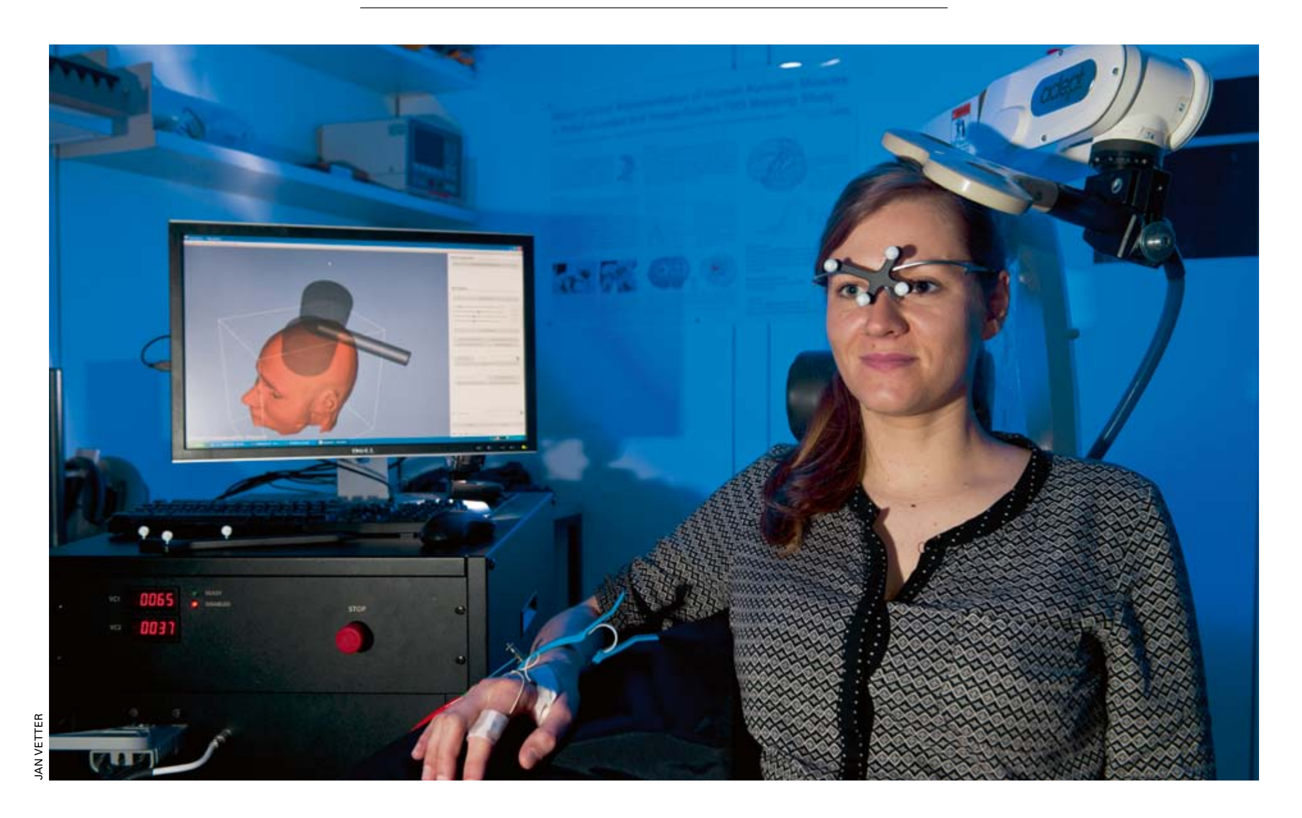
2 Según la posición de los electrodos, se puede forzar o inhibir la actividad cerebral de manera temporal.

3 Los métodos de estimulación transcraneal están indicados para tratar dolencias en las que se hallan afectadas áreas cerebrales concretas: dolores crónicos, depresión o apoplejía, entre ellas.



EL AUTOR

Walter Paulus es neurólogo y director de la Clínica de Neurofisiología Clínica de la Universidad Georg-August de Gotinga.



JAN VETTER

En el laboratorio de neurofisiología de Walter Paulus se experimenta con diversas técnicas. Entre ellas, la estimulación magnética transcraneal.

membrana en los axones se desviaba todavía más hacia la carga negativa. De esta forma pudimos diferenciar un estímulo anódico de una inhibición catódica.

Pero los efectos no siempre resultaban tan explícitos. Una estimulación transcraneal por corriente continua anódica de más de 20 minutos no aumentó la actividad neuronal, como era de esperar, sino que la disminuyó. La intensidad de la corriente demostró desempeñar un papel decisivo: si se aplicaba la estimulación catódica con una «dosis» de 2 miliamperios, su efecto pasaba de inhibidor a excitador. Observamos que esa modificación prolongada se producía solo en personas muy relajadas. Andrea Antal, también de la Universidad de Gotinga, demostró que esos efectos no se daban en sujetos con la mente ocupada en otros asuntos.

Esos resultados, en un principio paradójicos, podrían deberse a mecanismos reguladores del cerebro. Por ejemplo, para evitar las activaciones incontroladas que aumentan el riesgo de ataques epilépticos, el cerebro procura mantener el grado de excitación en un término medio.

Todo lo comentado hasta ahora refleja la complejidad de los procesos cerebrales. En 2015, demostramos que, junto a la duración e intensidad de la estimulación, también influyen el grosor de los huesos craneales y la posición de los electrodos (la mayoría de las veces se usan dos, aunque pueden utilizarse hasta ocho). Por otro lado, en la estimulación debe tenerse en cuenta que la corriente eléctrica va a lo largo de las fibras nerviosas unas diez veces más rápido que si pasa a su través. Pero todavía no se han investigado de manera sistemática todas las variaciones físicas posibles.

Pero no solo la corriente continua altera la tasa de descargas de las neuronas; también la corriente alterna es capaz de ello. La estimulación transcraneal por corriente alterna (ETCA) es sobre todo efectiva en los fenómenos biológicos. Los neurólogos reconocen ritmos típicos en el electroencefalograma (EEG), entre ellos, las ondas theta con una frecuencia de unos seis hercios. Estas ejercen una importante función en la memoria. Es probable que, de esta manera, se sincronicen centros cerebrales muy alejados entre sí.

En 2012, junto con nuestro compañero Rafael Polania observamos que una estimulación ETCA entre los lóbulos frontal y temporal con una frecuencia de 6 hercios aumenta el tiempo de reacción de las personas en alrededor de un 10 por ciento. Para ello, las ondas de la corriente alterna y las oscilaciones del EEG deben hallarse sincronizadas en el tiempo. En caso de que la estimulación presente un desfase temporal, las personas reaccionan más lentamente.

Estimulación del sueño lúcido

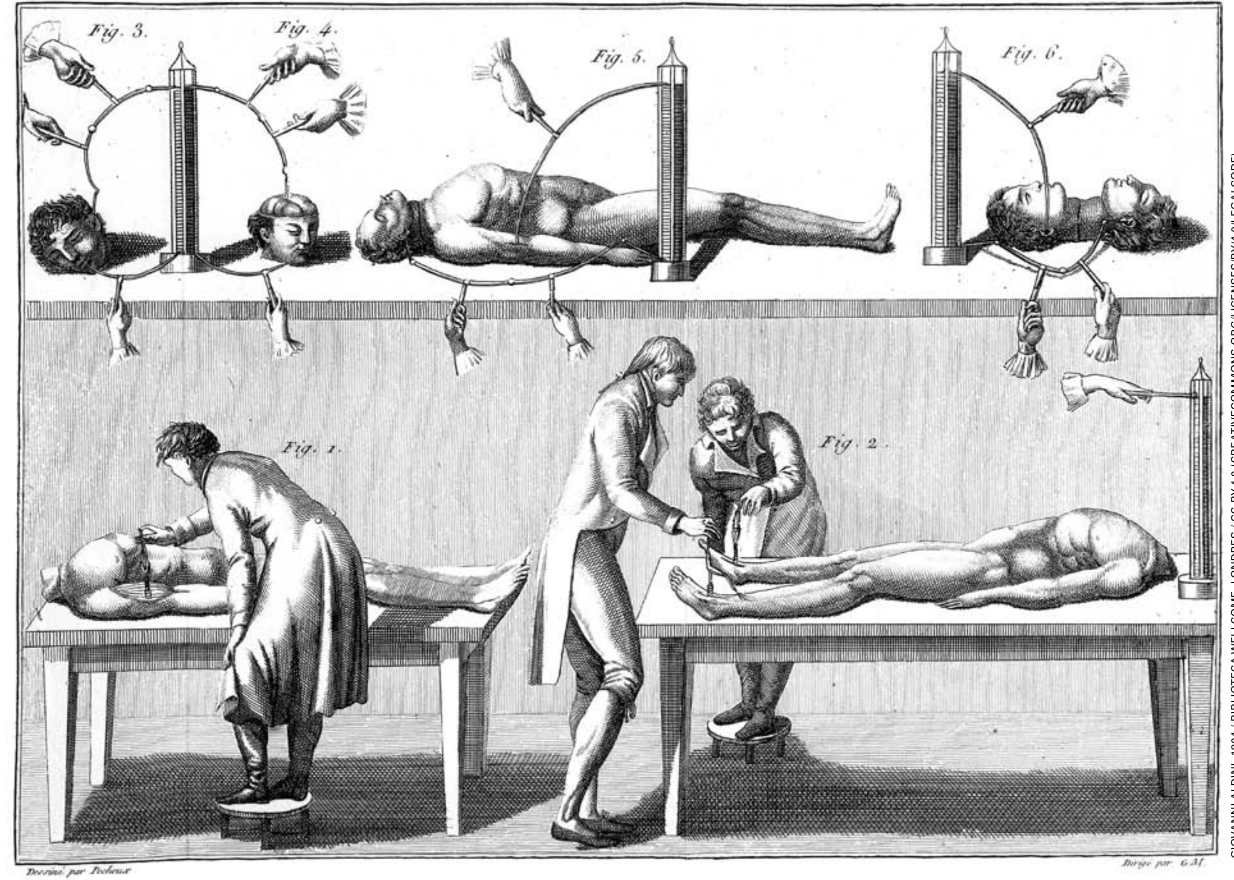
Los llamados sueños lúcidos, en los que quien duerme sabe que sueña y puede controlar el contenido de sus ensueños, aparecen en el EEG en forma de ondas gamma,

con frecuencias en torno a los 40 hercios, típicas del estado de vigilia. Este fenómeno llevó a Ursula Voss, de la Universidad de Fráncfort, a cuestionarse si se podían provocar tal tipo de ensoñaciones de manera artificial a través de una estimulación cerebral. [*véase* «Sueños lúcidos», por Usula Voss; Mente y Cerebro n.º 62, 2013]. En 2014, comprobamos que los sueños lúcidos aumentan si se estimula el cerebro durante la fase REM (del inglés, *rapid eyes movement*) mediante una corriente alterna con una frecuencia de entre 25 y 40 hercios.

Este procedimiento también se puede utilizar en medicina. Un grupo de investigadores dirigido por Peter Brown, de la Universidad de Oxford, consiguió en 2013 mejorar, durante un breve tiempo, el temblor típico de las personas con enfermedad de Parkinson mediante una estimulación con corriente alterna. A pesar del éxito, estos resultados también revelan las limitaciones de los métodos de estimulación transcraneal, a saber, la corta duración de sus efectos. En cambio, la estimulación cerebral profunda, técnica en la que se implantan electrodos en el cerebro, consigue aliviar los síntomas del párkinson e incluso de las depresiones graves durante un espacio temporal más prolongado [*véase* «Neuromodulación contra la depresión resistente», por C. V. Torres Díaz et al.; Mente y Cerebro n.º 55, 2012]. La ventaja de este último método radica en que los electrodos implantados se hallan en constante actividad, mientras que en la estimulación transcraneal sería necesario que los pacientes portaran todo el día los elec-

Extremidades que se contraen

La idea de manipular la actividad de las neuronas mediante una corriente eléctrica se remonta a los inicios del estudio de la electricidad, a mediados del siglo XVIII. En 1780, el médico italiano Luigi Galvani (1737-1798) descubrió por casualidad que las patas de las ranas se contraían en el momento en que tomaban contacto con diversos metales. Su compatriota Alessandro Volta (1745-1827) construyó la «pila de Volta» mediante la colocación en capas de metales que proporcionaban una fuente de corriente continua y posibilitaba efectuar investigaciones sistemáticas sobre los efectos biológicos de la electricidad. Giovani Aldini (1762-1834) consiguió incluso que mediante una corriente eléctrica se contrajeran músculos de cadáveres de ajusticiados (*debajo*). Estos experimentos dieron pie a que la escritora británica Mary Shelley (1797-1851) escribiera la novela *Frankenstein*, cuyo protagonista es una criatura devuelta a la vida mediante una corriente eléctrica.



GIOVANNI ALDINI, 1804 / BIBLIOTECA WELLCOME, LONDRES / CC-BY-4.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY/4.0/LEGALCODE)

trodos pegados a la cabeza para lograr el mismo efecto, una solución poco cómoda y estética. Por ahora, los médicos intentan solucionar este inconveniente a base de estimular el cerebro del afectado a diario durante media hora.

Un grupo liderado por John O'Reardon, de la Universidad de Pensilvania, aplicó dicho método a personas con depresión que no respondían a los psicofármacos. Durante cuatro semanas sometieron cada día a los sujetos a una EMTr de 3000 estimulaciones. Según constataron, los síntomas de los probandos mejoraron. En Estados Unidos ya se ha autorizado la utilización de esta terapia.

Con todo, el tratamiento presenta un limitado margen de maniobra. Uwe Herwig y su equipo de la Universidad de Zúrich descubrieron que si reducían la intensidad de la EMTr en un 10 por ciento, es decir, si aplicaban 2000 estímulos a diario en los sujetos depresivos, el método dejaba de ser efectivo.

En 2013, Andre Brunoni, de la Universidad de Sao Paulo, y sus colaboradores obtuvieron más éxito con la ETCC para el tratamiento de la depresión, sobre todo si combinaba dicha técnica con el antidepresivo Sertalin.

Esos datos confirman que las mejorías solo son posibles bajo unas condiciones de estimulación determinadas. Ahora bien, se ha constatado en individuos con alzhéimer que la estimulación magnética aumenta, de promedio, hasta un 10 por ciento su capacidad en las pruebas de memoria y cálculo. Este hallazgo despierta esperanzas de que mediante la estimulación de las áreas cerebrales del habla también se pueda ayudar a las personas que presentan dificultades para expresarse oralmente como consecuencia de una apoplejía.

Pianistas con limitaciones

En 2014, junto con Shnichi Furuya y Eckart Altenmüller, de la Escuela Superior de Música de Hannover, estudiamos hasta qué punto puede incrementarse el rendimiento cerebral mediante la estimulación transcraneal en pianistas. Hallamos que los músicos con poca práctica interpretativa tocaban mejor el piano después de una estimulación con corriente continua; en cambio, la calidad de la interpretación de los pianistas profesionales disminuía. Todo indica que el rendimiento de un área cerebral que ya ha llegado a su punto óptimo no se puede aumentar, sino más bien empeorar.

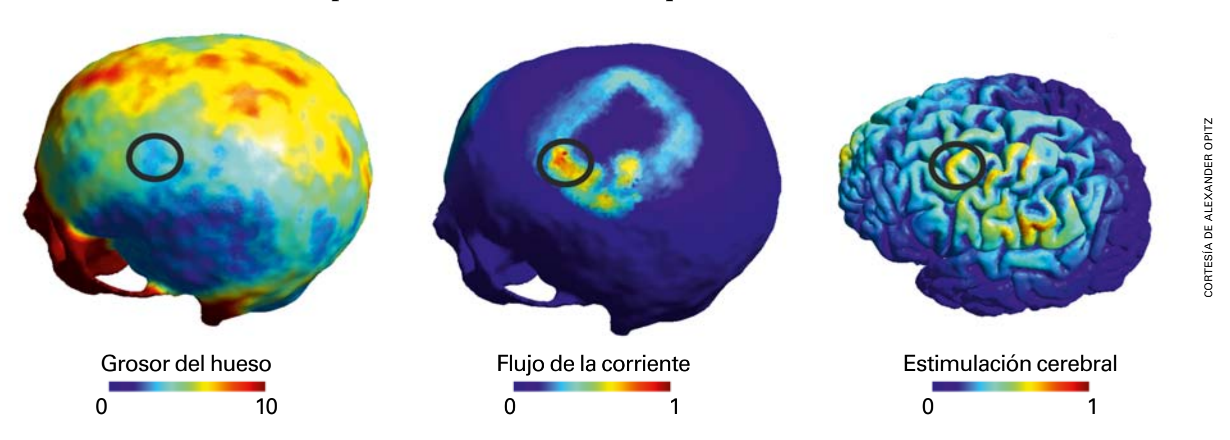
Ante la complejidad del cerebro, sorprende que puedan conseguirse resultados positivos con métodos tan simples

EN BREVE: ELECTRICIDAD EN EL CEREBRO

Por **corriente eléctrica** se entiende el movimiento direccional de partículas portadoras de carga. En el caso de un metal, son electrones; si se trata de fluidos o tejidos biológicos, son átomos o moléculas con carga eléctrica (**iones**). El transporte de cargas se debe a una **diferencia de potencial** o **tensión**, como la que se genera en una batería. Su unidad de medida es el **voltio**, en honor a Alessandro Volta (1745-1827). La intensidad de la corriente, es decir, la cantidad de carga eléctrica que fluye por un conductor en una unidad de tiempo, se mide en **amperios**, nombre que proviene de su descubridor André-Marie Ampère (1775-1836).

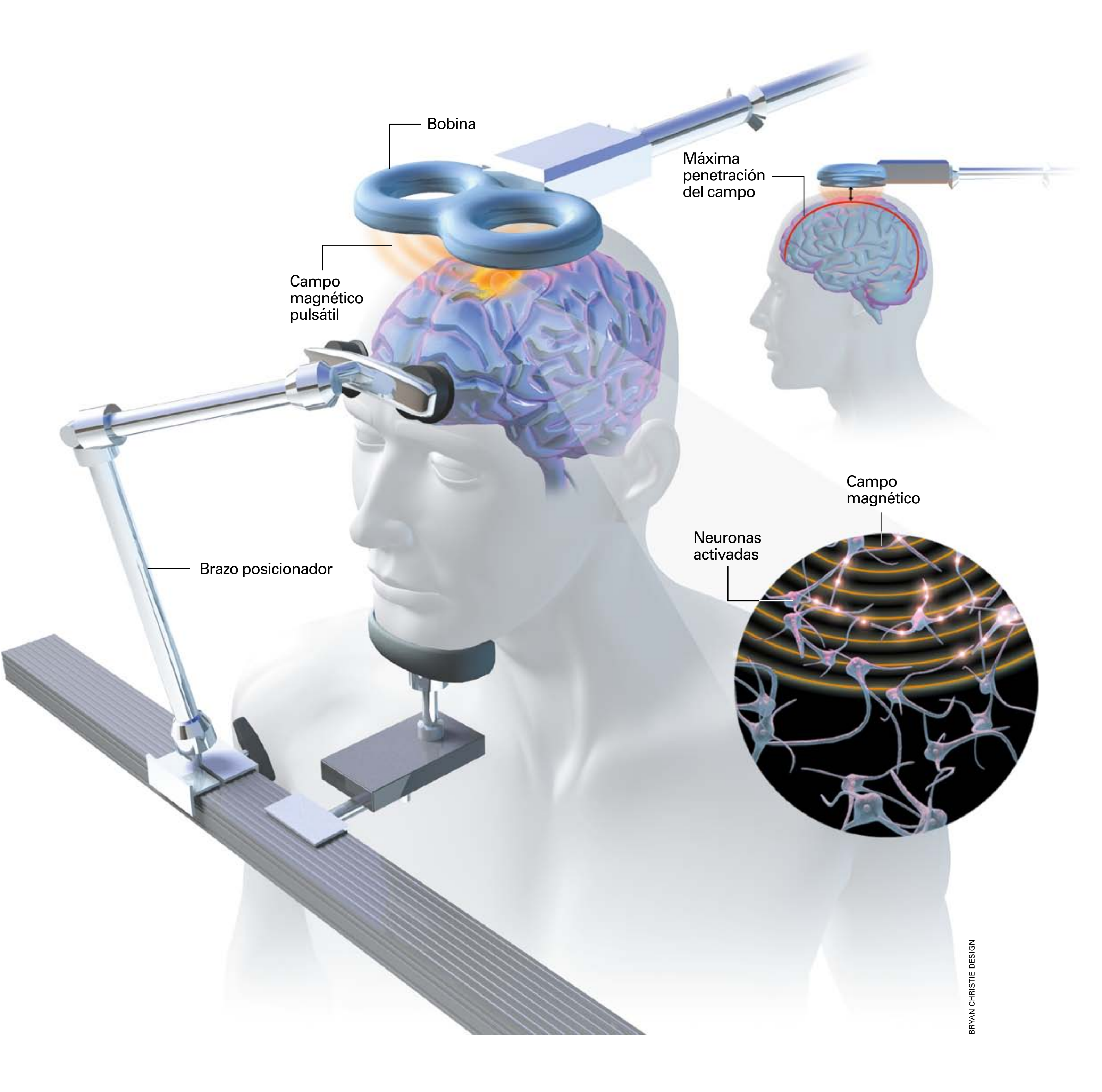
En una membrana celular existe una tensión eléctrica porque las concentraciones de diversas partículas con carga eléctrica son diferentes en el exterior e interior de la célula. Por ejemplo: en la intracélula existe una concentración de potasio superior a la del exterior; puesto que la membrana es permeable a los iones de potasio, estos difunden al exterior expulsando de la célula cargas positivas. ¿Resultado? Un **potencial de membrana en reposo** de unos 70 milivoltios.

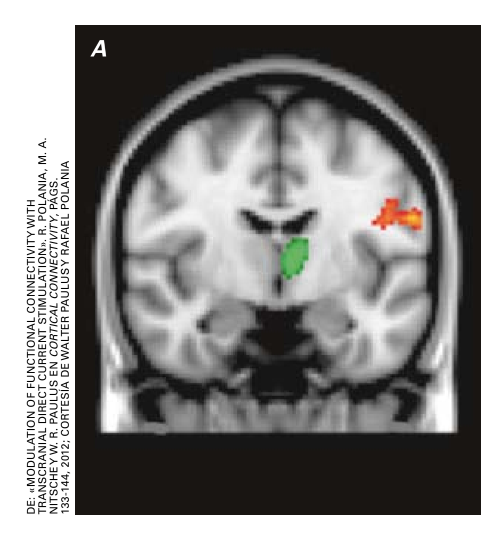
El cráneo posee una gran resistencia eléctrica. Según el grosor del hueso (*izquierda*), transcurre por él más o menos corriente eléctrica (*centro*). El flujo eléctrico máximo transcurre por los huecos entre los huesos (*círculo*). La correspondiente circunvolución es la que más se activa (*derecha*).

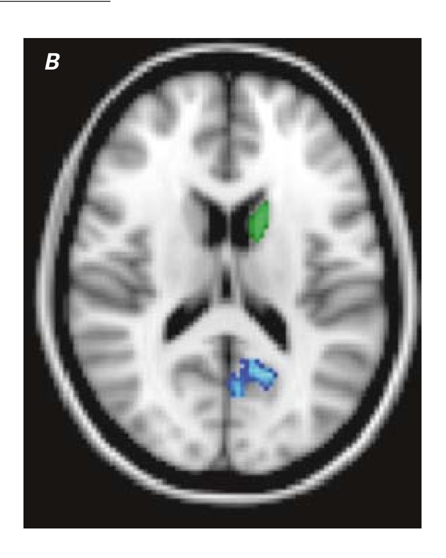


Estimulación mediante campos magnéticos

Mediante la estimulación magnética transcraneal (EMT) pueden estimularse neuronas cerebrales concretas. Para ello, los investigadores colocan una bobina sobre la cabeza de la persona y envían un fuerte campo magnético pulsátil a su cerebro a través de la piel y del hueso. El procedimiento es indoloro e inocuo. Puesto que la intensidad del campo magnético disminuye con el alejamiento, este penetra unos pocos centímetros en el tejido cerebral y llega solo a la zona superficial de la corteza cerebral. El campo magnético genera una corriente eléctrica en las neuronas que se encuentran en su zona de actuación, lo que estimula o inhibe la correspondiente región cerebral.







Tras estimular por corriente continua la corteza motora primaria del hemisferio izquierdo, aumenta el acoplamiento funcional del tálamo izquierdo (*A, verde*) con las cortezas motora y premotora del mismo lado (*A, rojo*). A su vez, el acoplamiento entre el núcleo caudado izquierdo y la corteza cingulada posterior disminuye (*B, azul*).

DE: «MODULATION OF FUNCTIONAL CONNECTIVITY WITH TRANSCRANIAL DIRECT CURRENT STIMULATION». R. POLANIA, M. A. NITSCHE Y W. R. PAULUS EN *CORTICAL CONNECTIVITY*, PÁGS. 133-144, 2012; CORTESÍA DE WALTER PAULUS Y RAFAEL POLANIA

como la ETCC y EMT. Al fin y al cabo, solo podemos usar procedimientos de estimulación transcraneal para el tratamiento de enfermedades en las que existe un déficit o un exceso de actividad cerebral en regiones determinadas. Un ejemplo típico es la depresión. Muchos investigadores han demostrado que los afectados muestran una disminución funcional en el lóbulo frontal izquierdo, área que puede normalizarse activándola mediante ETCC o EMT. Del mismo modo, podemos ayudar a pacientes con dolores crónicos elevando la actividad de la corteza motora, lo que disminuye la percepción del dolor. Por otra parte, si se estimula el área cerebral que ha quedado lesionada en las personas que han sufrido un ictus pueden mejorarse las funciones que han quedado preservadas. En este caso también puede resultar útil inhibir el hemisferio cerebral sano con el fin de lograr de nuevo un equilibrio.

El tratamiento mediante la estimulación transcraneal resulta más difícil en enfermedades en las que no acontece ni una reducción ni un aumento en el funcionamiento de áreas cerebrales concretas, sino que un conjunto de grandes áreas dejan de funcionar de manera sucesiva. Esta situación se presenta, por ejemplo, en la esquizofrenia o en el párkinson. En estos casos se requieren métodos más complejos: la estimulación doble (PAS, por *paired associative stimulation*) combina la estimulación de los nervios periféricos con la transcraneal. Cuando, por un corto espacio de tiempo, se activan con electricidad los nervios del brazo, la transmisión de la información tarda unos 20 milisegundos en llegar al cerebro. Si se excita a continuación la corteza motora mediante una breve estimulación magnética, el cerebro procesa ambos fenómenos. Esta técnica debe permitir activar células concretas en una región cerebral, las cuales ya se han determinado como diana a través de una estimulación previa.

Los métodos siguen perfeccionándose. Mediante técnicas de neuroimagen, sobre todo la tomografía por resonancia magnética funcional (RMf) podemos observar en qué áreas cerebrales repercuten las corrientes eléctricas. En 2012 demostramos que la estimulación de la corteza motora mediante ETCC activaba regiones cerebrales profundas, entre ellas, el tálamo. Asimismo, el EEG permite valorar los efectos de la estimulación en cualquier región cerebral, por lo que ya no dependemos de la estimulación magnética en la corteza motora como método de medición.

En un futuro, las diversas técnicas de estimulación podrán ayudar a tratar síntomas neurofisiológicos de determinadas enfermedades y a entender el funcionamiento de nuestro cerebro. Con todo, parece improbable que se logre aumentar el rendimiento intelectual en personas sanas. Quizá sea mejor así. ★

PARA SABER MÁS

Excitability changes induced in the human cortex by weak transcranial direct current stimulation. M. A. Nitsche y W. Paulus en *The Journal of Physiology*, vol. 527, págs. 633-639, 2000.

Ceiling effects prevent further improvement of transcranial stimulation in skilled musicians. S. Furuya et al. en *The Journal of Neurosciences*, vol. 34, págs. 13.834-13.839, 2014.

Transkranielle Hirnstimulation. Möglichkeiten und Grenzen. W. Paulus en *Neuroforum*, vol. 2, págs. 202-211, 2014.

Induction of self awareness in dreams through frontal low current stimulation of gamma activity. U. Voss et al. en *Nature Neuroscience*, vol. 12, págs. 810-812, 2014.

Determinants of the electric field during transcranial direct current stimulation. A. Opitz et al. en *Neuroimage*, vol. 109, págs. 140-150, 2015.

EN NUESTRO ARCHIVO

Estimulación cerebral. Mark S. George en *IyC*, diciembre de 2003.

Los sonidos ultrasónicos influyen en la actividad de las neuronas cerebrales, según ha demostrado un grupo internacional al que pertenece **ALEXANDER OPITZ**. Este físico nos explica cómo funciona el novedoso método de estimulación

«Los ultrasonidos llegan al cerebro profundo»

Doctor Opitz, aunque ya existen métodos para la estimulación cerebral, el interés se centra ahora en un nuevo enfoque aún en mantillas: la neuroestimulación por ultrasonidos. ¿Por qué?

Los métodos electromagnéticos actúan esencialmente sobre la superficie del cerebro; eso supone un problema. La estimulación magnética transcraneal, por ejemplo, solo penetra unos pocos centímetros en la corteza. Sin embargo, muchas enfermedades neurológicas y psiquiátricas cursan con disfunciones de regiones cerebrales más profundas. Mediante la estimulación por corriente continua o alterna se profundiza algo más, pero la focalización espacial se hace más difícil, puesto que se quiere evitar la conducción de corriente directa al objetivo mediante el implante de electrodos. Eso equivaldría a una intervención neuroquirúrgica. La energía debe transportarse en forma de campos magnéticos generados fuera del cráneo. Las longitudes de onda son, sin embargo, demasiado grandes. En el caso de la estimulación con corriente alterna estamos hablando de kilómetros, lo cual imposibilita el trabajo con una precisión milimétrica o centimétrica.

¿Los ultrasonidos no plantean ese problema?

Exacto. Al tratarse de una vibración mecánica, se propaga bien por los líquidos; además, el cerebro, como otros tejidos corporales, se compone en gran parte de agua. Por tanto, los ultrasonidos penetran a mucha profundidad. Como sus longitudes de onda abarcan solo unos cuantos milímetros, pueden focalizase con precisión. Gracias a estas propiedades, el ultrasonido se encuentra en alza dentro del ámbito de la neurocirugía. Con esta técnica se pueden calentar y destruir tumores sin necesidad de abrir el cráneo.

Como con un espejo ustorio, ¿solo se calienta el punto focal donde se superponen los rayos?

Serie: «Métodos de manipulación cerebral»

Parte 1: Estimulación transcraneal (págs. 46-53)
Entrevista con Alexander Opitz sobre el efecto de los ultrasonidos
Parte 2: ¿Se pueden modificar los recuerdos? (MyC 77/2016)
Parte 3: Tecnología para potenciar el cerebro (MyC 78/2016)

«Mediante los ultrasonidos se modifica la actividad neuronal. En 2014 publicamos la prueba de que es posible conseguirlo en humanos»

Podría imaginarse así, en principio. Cada transductor generador de ultrasonidos presenta una distancia focal determinada en función de su diseño; a esa distancia la intensidad es máxima. Hay que elegir el transductor adecuado en función de la profundidad deseada. Pero el punto focal no es un punto diminuto, sino una zona de varios milímetros con una densidad sónica máxima. Existen más complicaciones en comparación con el espejo ustorio. El mayor problema son los huesos del cráneo, porque absorben, reflejan y dispersan parte del sonido. Esto supone un obstáculo técnico, pero podemos solucionarlo. Mediante experimentos con un modelo de cráneo colocado en una cuba de agua puede medirse cuánto sonido atraviesa el cráneo y con qué intensidad llega a qué punto. Pero solo debe generarse calor en la neurocirugía. Nosotros estamos interesados en ultrasonidos de menor intensidad, que no calienten ni dañen los tejidos. De esta manera puede modularse la actividad cerebral, como ha demostrado en sus investigaciones el neurobiólogo William Tyler.

Modularse, ¿en qué medida?

No se produce ni se suprime artificialmente la actividad neuronal, solo se modifica. La prueba de que ello es posible de realizar en humanos la publicó nuestro grupo en 2014: mediante la estimulación eléctrica del pulgar activamos un punto de la corteza somatosensorial, es decir, de la región de la corteza cerebral responsable de la sensibilidad corporal. Esta actividad produce en la electroencefalografía señales características. Si estimulamos de forma simultánea ese mismo punto de la corteza somatosensorial mediante ultrasonidos, las señales del electroencefalograma cambian. Hemos conseguido modular la actividad neuronal existente.

El probando, ¿siente alguna molestia?

Oye un ruido quedo y siente una ligera vibración del transductor. No percibe el efecto real. En nuestro ensayo, la modulación repercute solo en el electroencefalograma. Pero este método también permite obtener resultados directos. Ya se ha logrado, por ejemplo, que los ratones alcen la pata delantera o muevan los bigotes al estimular con ultrasonidos zonas determinadas de su corteza motora.



CORTESÍA DE ALEXANDER OPITZ

ALEXANDER OPITZ

Nació en 1985. Estudió física en Tubinga. Desarrolló métodos de estimulación cerebral no invasiva, sobre todo mediante ultrasonidos, durante su estancia en el Instituto Nathan S. Kline para la Investigación Psiquiátrica del Estado de Nueva York. Trabajó por primera vez con esta técnica mientras hacía su doctorado en neurociencia computacional con Walter Paulus en Gotinga. También investigó como doctorando en el Instituto Virginia Tech Carilion de Roanoke, donde coincidió con William Tyler, redescubridor del ultrasonido como herramienta de estimulación cerebral hace algunos años.

EN BREVE: ULTRASONIDO

Se denomina **ultrasonido** a las vibraciones de aire con frecuencias superiores a los 20 kilohercios y que resultan imperceptibles para el oído humano. Algunos animales (como los murciélagos) se orientan y comunican a través de ellos.

Esta técnica también ha servido para crear una interfaz entre dos cerebros. ¿Es cierto que se ha conectado el de una persona con el de una rata y la persona ha logrado mover la cola de la rata?
En ese caso, más que de una investigación seria, se trataba de un truco publicitario. Simplemente se conectaron en serie dos elementos conocidos. Mediante una encefalografía se detecta cuándo un sujeto inicia una actividad cerebral determinada relacionada, en este caso, con estímulos visuales concretos. Esa señal empieza entonces la estimulación por ultrasonidos en una rata anestesiada que, en consecuencia, mueve la cola. Desde el punto de vista científico, este experimento no aporta ninguna novedad, pero, efectivamente, resulta llamativo.

¿Se han intentado generar movimientos de humanos mediante ultrasonidos?
No. Para ello se necesitarían seguramente intensidades más altas que, de momento, queremos evitar. Se trata de una tecnología incipiente. Nos ajustamos estrictamente a las directrices de seguridad aplicables al diagnóstico por ecografía. Es probable que quede mucho margen de intensidad por explorar, y aunque no hay por qué temer daños, tantearemos el terreno poco a poco. Doy por sentado que conseguiremos efectos directos mediante la estimulación también en humanos, pero de momento este no es nuestro objetivo.

¿Han sufrido los ratones lesiones cerebrales en los experimentos efectuados hasta el momento?
No. En todo caso, no se percibió ningún daño cerebral bajo el microscopio. En la actualidad se están llevando a cabo muchos estudios para averiguar a partir de qué intensidad se producen lesiones. No solo en roedores, también en ovejas y cerdos, por ejemplo.

Hasta ahora solo hemos hablado de ensayos en los que se estimuló la corteza cerebral. ¿Puede el ultrasonido alcanzar cualquier profundidad, es decir, todas las regiones del cerebro?
En la teoría, sí. Estamos trabajando para demostrarlo en la práctica. Para el tratamiento tumoral se han probado ultrasonidos focalizados que destruyen tumores de difícil acceso. En cuanto a la neuromodulación, todavía faltan datos. Como siguiente paso queremos investigar el método en el tálamo, una especie de estación de relevo de todos los estímulos sensoriales. Es decir, queremos modular una actividad generada mediante estímulos sensoriales. Esa sería la próxima meta.

En resumen, todavía se encuentran lejos de la aplicación práctica.
Sí. Primero necesitamos la prueba de que podemos modular de forma selectiva las estructuras cerebrales profundas. Luego nos pondremos como objetivo las aplicaciones clínicas.

Aunque seguro que ya tienen alguna idea de qué utilización se le podría dar.
En principio, se contemplan todas las patolologías que hoy en día se tratan mediante estimulación cerebral profunda clásica, es decir, con electrodos implantados. La enfermedad de Parkinson es el ejemplo más conocido, pero también se han obtenido resultados alentadores en la depresión profunda, la epilepsia o los trastornos compulsivos. Sustituir la implantación de electrodos por un procedimiento no invasivo es un objetivo fundamental.

Pero el uso de ultrasonidos no es una novedad en sí misma. En medicina se utiliza desde hace decenios. ¿Por qué no se ha pensado antes en aplicar la técnica para modificar la actividad cerebral?
Efectivamente, la estimulación ultrasónica se descubrió en los años cincuenta del siglo XX, pero después cayó casi por completo en el olvido. Supongo porque el procedimiento electromagnético resultaba más fácil de aplicar y surtía mayor efecto. Ahora, esa investiga-

Métodos solo aptos para el laboratorio

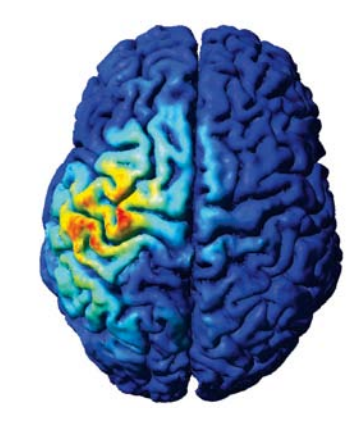
Los neurocientíficos investigan diversas herramientas para regular la actividad neuronal. Desde hace varios años causa furor la optogenética.

A través de proteínas fotosensibles inflitradas mediante ingeniería genética se activan o desactivan puntualmente las neuronas.

Otro método basado en la manipulación genética utiliza nanopartículas magnéticas calentadas y receptores de calor genéticamente modificados.

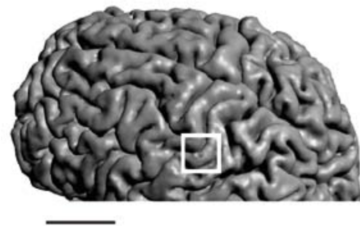
Con todo, estas técnicas requieren una considerable intervención en un ser vivo, por lo que no se prevé su aplicación en humanos.

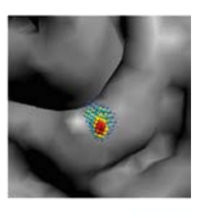
Estimulación magnética transcraneal





Ultrasonido transcraneal focalizado





La técnica por ultrasonidos permite estimular una región cerebral concreta de pocos milímetros (*derecha*), por lo que también se la denomina tratamiento de ultrasonido transcraneal focalizado. En cambio, en la estimulación magnética transcraneal el foco de aplicación es relativamente difuso (*izquierda*).

ción está en auge en Estados Unidos. Por ejemplo, la estimulación ultrasónica recibe fondos de la Iniciativa BRAIN, por lo que muchos grupos han podido iniciar sus proyectos.

¿Cuándo se retomó la pista?

William Tyler redescubrió, por así decirlo, la estimulación ultrasónica en el Instituto Virginia Tech Carilion. Como le gusta contar, estaba escuchando rock a todo volumen mientras analizaba cultivos neuronales. Entonces se dio cuenta de que la música influía en la actividad neuronal. ¡Los sonidos bajos fuertes estimulaban las células! Ese fue el detonante para que investigara los efectos de la estimulación mecánica en las neuronas. No sé qué hay de cierto en esta anécdota, pero la historia es bonita.

¿Cómo actúan los ultrasonidos en las neuronas?

En términos simples, el sonido sacude ligeramente el tejido, deformando a la vez las membranas de las neuronas. De esta manera, determinados canales iónicos que reaccionan a estímulos mecánicos se abren o se cierran. De todos modos, se trata de una hipótesis basada en indicios experimentales. Después las corrientes iónicas cambian, lo que a su vez puede favorecer o dificultar los potenciales de acción, es decir, la «descarga» de las neuronas. Según qué canal iónico sea, los efectos serán estimulantes o inhibidores.

¿Podrían usarse dispositivos ultrasónicos estándar como los que se ven en las consultas médicas?

Para la ecografía diagnóstica, el médico internista utiliza frecuencias de entre uno y dos megahercios. En cambio, las frecuencias más adecuadas para la estimulación cerebral son menores, entre 300 y 500 kilohercios, sobre todo porque los huesos del cráneo son más permeables a esas frecuencias. Además, hay que focalizar el ultrasonido, proceso que no aporta nada a la neuroimagen. Y, por último, el sonido para la neuroestimulación se envía en paquetes cortos, es decir, una señal corta varias veces por segundo, cosa que tampoco es necesaria para el diagnóstico. Así pues, existen muchos parámetros que podemos regular y de los que depende la obtención de un efecto estimulante, inhibidor o nulo. Pero todavía nos falta experiencia. Queda mucho trabajo por hacer hasta que hallemos los valores óptimos para modular la actividad neuronal de forma fiable, inocua y selectiva. ★

Entrevista realizada por *Ulrich Pontes*, físico y periodista científico.

PARA SABER MÁS

Production of reversible changes in the central nervous system by ultrasound. F. J. Fry et al. en *Science*, vol. 127, págs. 83-84, 1958.

A review of low-intensity focused ultrasound pulsation. A. Bystritsky et al. en *Brain Stimulation*, vol. 4, págs. 125-136, 2011.

Non-invasive brain-to-brain interface (BBI): Establishing functional links between two brains. S. Yoo et al. en *PLoS One*, vol. 8, e60410, 2013.

Transcranial focused ultrasound modulates the activity of primary somatosensory cortex in humans. W. Legon et al. en *Nature Neuroscience*, vol. 17, págs. 322-329, 2014.

EN NUESTRO ARCHIVO

Los efectos de la estimulación transcraneal. Walter Paulus en *MyC* n.º 76, 2016.

REDUCCIONISMO Ni un dios, ni un alma inmortal, ni tampoco un espíritu. Nuestra consciencia depende únicamente del cerebro. Esta reivindicación de algunos neurobiólogos despierta polémica y plantea ciertas preguntas

La consciencia: ¿solo un montón de neuronas?

MANUELA LENZEN

Resulta maravilloso contemplar un arcoíris que luce con sus vivos colores en un cielo despejado tras unas horas de constante lluvia. Parece como si pudieramos pasear por su lomo colorido. Pero, según aprendimos en el colegio, este fascinante fenómeno de la naturaleza se debe a que los componentes espectrales de los rayos del sol se separan al atravesar las diminutas gotas de agua. Es decir, pura física.

Los investigadores traducen fenómenos multifacéticos en teorías que explican con conceptos básicos los datos observados. No obstante, aplicar esta manera de proceder a la mente humana despierta con frecuencia un pequeño y tóxico fantasma que propone enunciados como «x no es sino y». Por esta razón, el filósofo Donald Davidson (1917-2003) sugirió para la mente el enunciado de «no es sino un reflejo».

La mente «no es sino» el producto de la actividad neuronal; el amor «no es sino» una secuencia de reacciones neurofisiológicas, y el yo «no es sino» un espejismo. Este fantasma importuna de forma regular tanto a los investigadores como a los que popularizan la ciencia con agudas expresiones y la promesa de que los conocimientos neurocientíficos revolucionarán la visión del mundo occidental. Los críticos refutan estas afirmaciones por arrogantes. La ciencia nunca podrá reducir al ser humano a meros impulsos neuronales. Pero ¿qué se esconde detrás del término *reduccionismo*?

«Esa es más bien una pregunta técnica y vacía», indica el filósofo Thomas Metzinger, de la Universidad de Maguncia. «En las reacciones contundentes a las explicaciones reduccionistas se reconoce un interés por otros asuntos, como por ejemplo, la pregunta de si existe un alma inmaterial.» Según Metzinger, ningún investigador serio quiere negar a las personas ciertos aspectos de su ser. Describir el amor como la liberación de ciertos neurotransmisores químicos y la puesta en marcha de unos determinados patrones de actividad neuronal no acaba con él. Después de todo, tampoco se estropea el disfrute de un concierto cuando se sabe que los sonidos consisten en vibraciones del aire.

Aunque solo sentimos y pensamos cuando nuestras células cerebrales colaboran entre sí de un modo determinado, somos más que una aglomeración de neuronas. De igual forma, nuestra sensación ante la visión de un arcoíris es más que lo que resulta de meras propiedades físicas.



La ciencia reduce la complejidad del mundo a regularidades comprensibles y comprobables.

NEUFFER-DESIGN

En síntesis: En busca de una explicación

1 Muchas personas critican el planteamiento reduccionista que los neurocientíficos emplean para explicar nuestras conductas y experiencias.

2 La ciencia trata de aclarar fenómenos complejos, como el comportamiento o la consciencia, mediante modelos y leyes más sencillas.

3 El objetivo de encontrar una explicación científica a los fenómenos psicológicos no quita importancia a su función trascendental en nuestras vidas.

El reduccionismo consiste, sobre todo, en una estrategia sobria para alcanzar el conocimiento científico. En pocas palabras, se trata de reducir interrelaciones complejas a principios más sencillos. Metzinger indica que ello no tiene nada que ver con la *Lebenswelt* («mundo de la vida») del ser humano. «No debemos perder de vista que el reduccionismo es una relación entre teorías y no entre fenómenos.»

Sin embargo, la forma en que los científicos explican nuestra vida subjetiva no nos deja indiferentes. La neurociencia influye en cómo nos observamos a nosotros mismos. Ese cómo depende, sobre todo, de las respuestas a tres preguntas: ¿Puede explicarse la consciencia desde la ciencia? ¿Convierte la neurociencia a la psicología en innecesaria? ¿Requerimos una nueva imagen del ser humano?

1. ¿Puede explicarse la consciencia desde la ciencia?

A lo largo del tiempo, los filósofos han fraguado muchas teorías y múltiples argumentos para razonar que la consciencia humana escapa a una explicación científica. El fondo de la cuestión se halla en «el resistente problema de la consciencia», indica David Chalmers, especialista en filosofía de la mente y del lenguaje. Se trata de la cualidad vivencial subjetiva, o qualia, es decir, del hecho de que las experiencias individuales se perciben de una manera determinada, ya sea comer un trozo de tarta, sufrir dolor de muelas o sentir miedo a las arañas [*véase* «Los placeres de los qualia», por Volkart Wildermuth; Mente y Cerebro n.º 46, 2011].

Los hallazgos neurocientíficos sobre el modo en que trabajan las neuronas no explican, hasta la fecha, por qué sentimos dolor, miedo o placer. Ni tan siquiera saben por qué experimentamos esas emociones. Metzinger señala: «Si nos encontrásemos con un ser dotado de un sistema nervioso totalmente diferente al nuestro no tendríamos ni idea de cómo ese ente experimenta la vida. Tampoco sabríamos de qué modo podríamos averiguarlo».

Por el contrario, neurocientíficos como Stanislas Dehaene, del Colegio de Francia en París, se muestran convencidos de que ese vacío puede llenarse explicando los mecanismos neurológicos que marcan la diferencia entre percepción consciente e inconsciente. En su libro *La consciencia en el cerebro*, escribe: «El estudio de la consciencia se ha convertido en una ciencia experimental». El investigador no ve motivo alguno para considerar el asunto desde una perspectiva sobrenatural.

Mientras no existan pruebas que demuestren lo contrario, la mayoría de los neurocientíficos apoya la comprensibilidad de la consciencia. Ello nos conduce a la segunda cuestión: ¿nos ayuda la neurociencia a entender por qué actuamos como actuamos?

El reduccionismo es una estrategia sobria para alcanzar el conocimiento científico: trata de reducir complejas interrelaciones a principios sencillos

2. ¿Es la psicología innecesaria?

El reduccionismo encontró su expresión más osada en la visión de la ciencia unitaria que los filósofos Hilary Putnam y Paul Oppenheim formularon en 1958. Según sus ideas, las especialidades científicas podrían reducirse, paso a paso, a una disciplina básica: de las ciencias del comportamiento a la biología, de la biología a la química, de la química a la física. De este modo, todos los fenómenos del mundo podrían explicarse, en último término, a través del lenguaje de la física. Incluso la conducta del ser humano o los procesos de la mente.

Hasta la fecha, esa visión no se ha convertido en una realidad. Martin Carrier, filósofo de la Universidad Bielefeld, resume: «En los últimos cincuenta años ha crecido la percepción de que existe una diversidad básica en cuanto a disciplinas de investigación. El proyecto de ciencia unitaria ha quedado en un segundo plano». Hoy se da por hecho que la medicina, la ingeniería o las ciencias sociales poseen sus respectivas agendas y sus propios



LA AUTORA

Manuela Lenzen es filósofa y periodista científica.

conceptos, métodos y criterios de éxito. «Hemos desarrollado un entendimiento mayor para la variedad de aproximaciones», afirma Carrier. Y agrega: «Ello no significa que se hayan relajado los criterios para una buena investigación». Definir, normalizar y pronosticar ha sido y continúa siendo la finalidad de la ciencia.

«Cada vez vemos más claro que para explicar los fenómenos mentales debemos emplear planteamientos multidisciplinares. Necesitamos la neurociencia, pero también las teorías psicológicas, para entender, por ejemplo, las enfermedades mentales. Una única explicación no basta», subraya Albert Newen, profesor de filosofía en la Universidad Ruhr de Bochum.

También en el estudio sobre cognición, los científicos combinan distintos planos explicativos entre sí. Ante la cuestión del origen de nuestra impresión subjetiva, la respuesta parece hallarse en la propia conducta. Newen explica: «Según las investigaciones, necesitamos una especie de mecanismo de comparación que regule esta sensación». Cuando tomamos un vaso, comparamos nuestras expectativas de adónde dirigiremos la mano con los datos sensoriales (visuales) que recibimos. Si ambos coinciden, la acción llega a su objetivo y aparece el sentimiento de logro («Yo he tomado el vaso»).

A través de ingeniosos estudios, los neurocientíficos han demostrado que se puede engañar a este comparador. Cuando alguien situado detrás del probando coloca su brazo de manera que parece que pertenece a la otra persona, y lo mueve siguiendo unas instrucciones que el participante también escucha, siente que el brazo ajeno pertenece a su cuerpo. ¿Conclusión? El hecho de que experimentemos una conducta como propia resulta flexible y depende de las propias expectativas.

Las vivencias se imprimen en el cerebro y este busca determinadas experiencias. Si solo contemplamos los sucesos neuronales, subestimamos esta dinámica

¿Podría reducirse la psicología a teorías neurocientíficas? No parece probable, cuando menos, por dos motivos: uno metodológico y otro pragmático. En primer lugar, existe una interrelación entre cerebro y entorno. Las experiencias se imprimen en el cerebro y este busca continuamente determinadas vivencias. Si solo se contemplan los sucesos neuronales, se subestima esta dinámica. Los neurocientíficos todavía no han logrado des-

Experimentos neurofilosóficos

A lo largo del tiempo, los neurofilósofos han llevado a cabo numerosos intentos para llenar las lagunas existentes entre la descripción científica de los procesos neuronales y nuestra experiencia subjetiva. Explicamos dos de los ejemplos más conocidos para investigar el pensamiento.

María y los colores

María ha vivido siempre en un entorno en blanco y negro. Allí ha aprendido todo lo que hay que saber sobre la neurofisiología de la visión en color. Conoce lo que sucede cuando percibimos los colores. Si viera un tomate rojo por primera vez en su vida, esa experiencia del rojo (qualia) le permitiría aprender algo nuevo. ¿No es así? La respuesta afirmativa sugiere que la percepción consciente incluye algún fenómeno que no puede estudiarse desde la ciencia.

Thomas Metzinger, de la Universidad de Maguncia, señala: «Este argumento se funda en que existe una especie de átomos de la consciencia. Es decir, experiencias del rojo aisladas y procesos neuronales muy delimitados que subyacen a estas experiencias». Hoy se sabe que la percepción del color consiste en un proceso complejo en el que el movimiento (por ejemplo, los desplazamientos sacádicos de los ojos) desempeña un importante papel. Si en todo el campo visual solo hubiera rojo nos quedaríamos ciegos o, al cabo de poco tiempo, veríamos solo una neblina luminosa. Por tanto, no existe ninguna experiencia del rojo aislada. «Los qualia son una ficción filosófica», concluye Metzinger.

Carlo y su doble

Carlo tiene un doble al que llamaremos Carlos. En todo momento, Carlos presenta cada uno de los átomos de su cuerpo exactamente en el mismo estado que Carlo, solo que no experimenta nada, pues es un zombi. Si eso fuera posible, sería cierto que la fisiología por sí sola no explica el fenómeno de la consciencia.

Albert Newen, de la Universidad Ruhr de Bochum, sostiene lo contrario: el argumento del zombi ya presupone en sí mismo lo que tiene que demostrar, a saber, que la experiencia consciente no podría explicarse a través de la neurobiología. «Si se parte de que el zombi doble de Carlo presenta exactamente el mismo estado fisiológico pero no siente nada, significa que la percepción no puede estar sujeta a lo fisiológico. Cualquier naturalista diría que si existe alguna diferencia en la percepción también deberá darse alguna en la fisiología.» El argumento del zombi no responde a la cuestión sobre la naturaleza de la consciencia. Solo aclara la diferencia entre las posiciones del dualismo y del naturalismo.

En el mejor de los casos, el reduccionismo revela la complejidad con la que estamos tejidos. Ello podría ayudarnos a actuar de manera más tolerante unos con otros

cribir adecuadamente la interacción y la influencia recíproca entre cerebro y ambiente.

En segundo lugar, destacan motivos más bien pragmáticos: incluso si conociéramos los procesos neuronales concretos que causan una orden de movimiento, ello no nos llevaría muy lejos. La neurociencia no nos revela nada acerca de los motivos ni las convicciones de las personas. Estas resultan irrenunciables como complemento de las categorías neuronales para entender y configurar las relaciones interpersonales.

3. ¿Necesitamos una nueva imagen del ser humano?

Los reduccionistas intentan transformar las teorías complejas en otras más simples. Por ejemplo, convertir las que tratan de convicciones subjetivas de las personas en otras que se refieran a procesos cerebrales. Por el contrario, los llamados eliminativistas no se molestan en pasos intermedios. Según este enfoque reduccionista radical, las explicaciones de la psicología cotidiana se basan en una imagen falsa del ser humano que habría que desestimar. El yo no es el autor de los actos, sino que otros procesos inconscientes son los responsables. Por tanto, tendríamos que sustituir las explicaciones psicológicas por las neurocientíficas. ¿Incluso si las explicaciones de la neurociencia contradicen los juicios subjetivos? Sí, también entonces, puesto que una teoría de la consciencia no tiene por qué aportarnos sentido. «Tampoco nos quejamos a los físicos de no podernos imaginar cuerdas en once dimensiones», señala Metzinger. «Puede ser que una explicación de la consciencia, si es que alguna vez la tenemos, nos resulte contraintuitiva e intuitivamente insatisfactoria. Pero, si la teoría permite efectuar pronósticos, entonces será buena.»

Por el momento no existe sustituto alguno para las explicaciones de la psicología de la vida cotidiana. Carrier recuerda: «Nos gusta creer que todo se basa en procesos fisiológicos, pero no tenemos ni idea de dónde reside la verdadera explicación. La neurociencia ha contribuido poco a ello hasta ahora». Para comprender por qué Lucas, de doce años, espera en la parada del autobús, pensaremos que quiere ir a casa de su abuela; no argumentaremos que tal o cual actividad neuronal controla sus actos.

A pesar de todo, Metzinger apunta: «En la vida cotidiana no solo empleamos juicios intencionales referidos a deseos y convicciones». Con frecuencia también explicamos el malhumor del compañero con el argumento de que ha dormido poco, o atribuimos la impaciencia de nuestro superior a su dolor de cabeza. «De esta forma, contemplamos a las personas como si fueran máquinas con una alteración en su funcionamiento», aclara Metzinger. Nadie tilda esos pensamientos de inhumanos; al contrario, suelen tenerse por considerados.

Aunque las explicaciones reduccionistas no pueden pronosticar o explicar completamente la experiencia y la conducta de una persona a través de la actividad de sus neuronas, buscar ciertos procesos subpersonales se encuentra en la esencia de la investigación. Ello no tiene por qué considerarse tan negativo como muchos contemporáneos sugieren. De hecho, podría contribuir a conocer mejor las diferencias entre las personas, pues entenderíamos dónde se originan.

Esa posibilidad se asemeja a los sueños vívidos, fenómeno en el que la persona que duerme puede regular de forma activa sus acciones en la ensoñación. Este tipo de sueños se presenta con mayor frecuencia entre los 7 y los 14 años de vida. A esa edad, el cerebro todavía se halla en proceso de maduración, es decir, las fases de vigilia y sueño no están tan nítidamente separadas como en la adultez. Esta explicación también podría aclarar por qué los niños sueñan de forma tan vívida, sin que tengamos que recurrir a argumentos relacionados con el inconsciente o a problemas psicológicos.

Quizá llegue el día en el que el sistema de descripción científico no disponga de un concepto para explicar lo que hoy en día denominamos «yo». Según las teorías de Metzinger, se trata de un modelo generado por el cerebro. «En el peor de los casos, una antropología reduccionista fortalece el desconcierto. Eso puede contribuir a un tipo de materialismo vulgar y a la desolidarización de la sociedad», advierte. En el mejor de los casos, el reduccionismo pone de relieve la enorme complejidad con que estamos tejidos. Esto podría ayudar a tratar de manera un poco más indulgente a los demás. ★

PARA SABER MÁS

Reduktionismus in der Hirnforschung: Das «Ego-Tunnel» Verdikt. D. Wandschneider en *Reduktionismen – und Antworten der Philosophie*, dirigido por W. Griesser. Könighausen & Neumann, Würzburg, 2012.

Der Ego-Tunnel. Eine neue Philosophie des Selbst: Von der Hirnforschung zur Bewusstseinsethik. T. Metzinger. Piper, Múnich, 2014.

EN NUESTRO ARCHIVO

Neurociencia y reduccionismo. Juan José Acero y Alberto Morales en *MyC* n.º 9, 2004.

¿Qué significa sentir? Giovanni Frazzetto en *MyC* n.º 64, 2014.

Una ciencia controvertida. Steve Ayan en *MyC* n.º 73, 2015.

CATÁLOGO DE PRODUCTOS

PROMOCIONES

5 EJEMPLARES AL PRECIO DE 4

Ahorre un 20 %

5 ejemplares de *MENTE Y CEREBRO* o 5 ejemplares de *TEMAS* por el precio de 4 = 27,60€

SELECCIONES TEMAS

Ahorre más del 30 %

Ponemos a tu disposición grupos de 3 títulos de *TEMAS* seleccionados por materias.

3 ejemplares = 15,00 €

1. **ASTRONOMÍA** Planetas, Estrellas y galaxias, Presente y futuro del cosmos
2. **BIOLOGÍA** Nueva genética, Virus y bacterias, Los recursos de las plantas
3. **COMPUTACION** Máquinas de cómputo, Semiconductores y superconductores, La información
4. **FÍSICA** Núcleos atómicos y radiactividad, Fenómenos cuánticos, Fronteras de la física
5. **CIENCIAS DE LA TIERRA** Volcanes, La superficie terrestre, Riesgos naturales
6. **GRANDES CIENTÍFICOS** Einstein, Newton, Darwin
7. **MEDICINA** El corazón, Epidemias, Defensas del organismo
8. **MEDIOAMBIENTE** Cambio climático, Biodiversidad, El clima
9. **NEUROCIENCIAS** Inteligencia viva, Desarrollo del cerebro, desarrollo de la mente, El cerebro, hoy
11. **LUZ Y TÉCNICA** La ciencia de la luz, A través del microscopio, Física y aplicaciones del láser
12. **ENERGÍA** Energía y sostenibilidad, El futuro de la energía (I), El futuro de la energía (II)

TAPAS DE ENCUADERNACIÓN

DE *INVESTIGACIÓN Y CIENCIA*

ANUAL (2 tomos) = 12,00 €

más gastos de envío = 5,00 €



Si las tapas solicitadas, de años anteriores, se encontrasen agotadas remitiríamos, en su lugar, otras sin la impresión del año.

MENTE y CEREBRO

Precio por ejemplar: 6,90€

MyC 1: Conciencia y libre albedrío
MyC 2: Inteligencia y creatividad
MyC 3: Placer y amor
MyC 4: Esquizofrenia
MyC 5: Pensamiento y lenguaje
MyC 6: Origen del dolor
MyC 7: Varón o mujer: cuestión de simetría
MyC 8: Paradoja del samaritano
MyC 9: Niños hiperactivos
MyC 10: El efecto placebo
MyC 11: Creatividad
MyC 12: Neurología de la religión
MyC 13: Emociones musicales
MyC 14: Memoria autobiográfica
MyC 15: Aprendizaje con medios virtuales
MyC 16: Inteligencia emocional
MyC 17: Cuidados paliativos
MyC 18: Freud
MyC 19: Lenguaje corporal
MyC 20: Aprender a hablar
MyC 21: Pubertad
MyC 22: Las raíces de la violencia
MyC 23: El descubrimiento del otro
MyC 24: Psicología e inmigración
MyC 25: Pensamiento mágico
MyC 26: El cerebro adolescente
MyC 27: Psicograma del terror
MyC 28: Sibaritismo inteligente
MyC 29: Cerebro senescente
MyC 30: Toma de decisiones
MyC 31: Psicología de la gestación
MyC 32: Neuroética
MyC 33: Inapetencia sexual
MyC 34: Las emociones *
MyC 35: La verdad sobre la mentira
MyC 36: Psicología de la risa
MyC 37: Alucinaciones
MyC 38: Neuroeconomía
MyC 39: Psicología del éxito
MyC 40: El poder de la cultura
MyC 41: Dormir para aprender
MyC 42: Marcapasos cerebrales
MyC 43: Deconstrucción de la memoria *
MyC 44: Luces y sombras de la neurodidáctica
MyC 45: Biología de la religión
MyC 46: ¡A jugar!
MyC 47: Neurobiología de la lectura
MyC 48: Redes sociales
MyC 49: Presiones extremas
MyC 50: Trabajo y felicidad
MyC 51: La percepción del tiempo
MyC 52: Claves de la motivación
MyC 53: Neuropsicología urbana
MyC 54: Naturaleza y psique
MyC 55: Neuropsicología del yo
MyC 56: Psiquiatría personalizada
MyC 57: Psicobiología de la obesidad
MyC 58: El poder del bebé
MyC 59: Las huellas del estrés
MyC 60: Evolución del pensamiento
MyC 61: TDAH
MyC 62: El legado de Freud
MyC 63: ¿Qué determina la inteligencia?
MyC 64: Superstición
MyC 65: Competición por el cerebro
MyC 66: Estudiar mejor
MyC 67: Hombre y mujer
MyC 68: La hipnosis clínica
MyC 69: Cartografía cerebral
MyC 70: Pensamiento creativo
MyC 71: El cerebro bilingüe
MyC 72: Musicoterapia
MyC 73: La neurociencia del futuro
MyC 74: El poder de las marcas
MyC 75: Evaluar la personalidad
MyC 76: Estimulación cerebral

(*) Disponible solo en formato digital

Cuadernos MENTE Y CEREBRO

Precio por ejemplar: 6,90€

Cuadernos 1: El cerebro
Cuadernos 2: Emociones
Cuadernos 3: Ilusiones
Cuadernos 4: Las neuronas
Cuadernos 5: Personalidad, desarrollo y conducta social
Cuadernos 6: El mundo de los sentidos
Cuadernos 7: El sueño
Cuadernos 8: Neuroglía
Cuadernos 9: La memoria
Cuadernos 10: Adicciones
Cuadernos 11: Lenguaje y comunicación
Cuadernos 12: El dolor

TEMAS de INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

Precio por ejemplar: 6,90€

T-1: Grandes matemáticos *
T-2: El mundo de los insectos *
T-3: Construcción de un ser vivo *
T-4: Máquinas de cómputo
T-5: El lenguaje humano *
T-6: La ciencia de la luz
T-7: La vida de las estrellas
T-8: Volcanes
T-9: Núcleos atómicos y radiactividad
T-10: Misterios de la física cuántica *
T-11: Biología del envejecimiento *
T-12: La atmósfera
T-13: Presente y futuro de los transportes
T-14: Los recursos de las plantas
T-15: Sistemas solares
T-16: Calor y movimiento
T-17: Inteligencia viva
T-18: Epidemias
T-19: Los orígenes de la humanidad *
T-20: La superficie terrestre
T-21: Acústica musical
T-22: Trastornos mentales
T-23: Ideas del infinito
T-24: Agua
T-25: Las defensas del organismo
T-26: El clima
T-27: El color
T-28: La consciencia *
T-29: A través del microscopio
T-30: Dinosaurios
T-31: Fenómenos cuánticos
T-32: La conducta de los primates
T-33: Presente y futuro del cosmos
T-34: Semiconductores y superconductores
T-35: Biodiversidad
T-36: La información
T-37: Civilizaciones antiguas
T-38: Nueva genética
T-39: Los cinco sentidos
T-40: Einstein
T-41: Ciencia medieval
T-42: El corazón
T-43: Fronteras de la física
T-44: Evolución humana
T-45: Cambio climático
T-46: Memoria y aprendizaje
T-47: Estrellas y galaxias
T-48: Virus y bacterias
T-49: Desarrollo del cerebro, desarrollo de la mente
T-50: Newton
T-51: El tiempo *
T-52: El origen de la vida *
T-53: Planetas
T-54: Darwin
T-55: Riesgos naturales
T-56: Instinto sexual
T-57: El cerebro, hoy
T-58: Galileo y su legado
T-59: ¿Qué es un gen?
T-60: Física y aplicaciones del láser
T-61: Conservación de la biodiversidad
T-62: Alzheimer
T-63: Universo cuántico *
T-64: Lavoisier, la revolución química
T-65: Biología marina
T-66: La dieta humana: biología y cultura
T-67: Energía y sostenibilidad
T-68: La ciencia después de Alan Turing
T-69: La ciencia de la longevidad
T-70: Orígenes de la mente humana
T-71: Retos de la agricultura
T-72: Origen y evolución del universo
T-73: El sida
T-74: Taller y laboratorio
T-75: El futuro de la energía (I)
T-76: El futuro de la energía (II)
T-77: El universo matemágico de Martin Gardner
T-78: Inteligencia animal
T-79: Comprender el cáncer
T-80: Grandes ideas de la física
T-81: Epigenética
T-82: La ciencia ante el cambio climático

(*) Disponible solo en formato digital

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

Precio por ejemplar: 6,90€

BIBLIOTECA SCIENTIFIC AMERICAN

Edición en rústica

N.º ISBN	TITULO	P.V.P.
012-3	El sistema solar	12 €
016-6	Tamaño y vida	14 €
025-5	La célula viva	32 €
038-7	Matemática y formas óptimas	21 €

Edición en tela

N.º ISBN	TITULO	P.V.P.
004-2	La diversidad humana	24 €
013-1	El sistema solar	24 €
015-8	Partículas subatómicas	24 €
017-4	Tamaño y vida	24 €
027-1	La célula viva (2 tomos)	48 €
031-X	Construcción del universo	24 €
039-5	Matemática y formas óptimas	24 €
046-8	Planeta azul, planeta verde	24 €
054-9	El legado de Einstein	24 €

GASTOS DE ENVÍO

(Añadir al importe del pedido)

	España	Otros países
1er ejemplar	2,00 €	4,00 €
Por cada ejemplar adicional	1,00 €	2,00 €

Para efectuar su pedido:

Teléfono: (34) 934 143 344

A través de nuestra Web:

www.investigacionyciencia.es

Las ofertas son válidas hasta agotar existencias.

ARTE A primera vista, arte y neurociencia guardan poco en común. Sin embargo, cada año un original evento bautizado con el nombre de *Brain Art* revela la belleza de las estructuras biológicas y juega con el cerebro representándolo de distintas formas

El cerebro como obra artística

ISABELLE BAREITHER

Mariposas aleteando por la corteza; planos del cerebro que se unen formando una flor; una especie de rascacielos que resulta ser la silueta del cerebro... Cuando arte y ciencia se encuentran, se difuminan las fronteras entre realidades que pertenecen a diferentes contextos. No obstante, con un poco más de detenimiento pueden descubrirse nexos; incluso aprender sobre ciencia y sociedad.

Desde hace escasos años, artistas y neurocientíficos hallan en el congreso anual de la Organización para la Cartografía del Cerebro Humano (OHBM, por sus siglas en inglés), uno de los mayores encuentros internacionales de neurociencia, un foro común. Un gran número de imágenes y vídeos participan en el concurso *Brain Art* («arte del cerebro») que se celebra con motivo del congreso. «Queremos presentar la creatividad artística de los neurocientíficos», explica Daniel Margulies, quien dirige el grupo de neuroanatomía y conectividad del Instituto Max Planck de Neurociencia y Cognición y artífice, en 2011, del original evento artístico. «Los investigadores invierten horas, incluso semanas, para producir representaciones de sus resultados científicos.» El objetivo de la competición es reconocer un proceso que a menudo pasa inadvertido. Las obras se presentan a distintas categorías, entre ellas, mejor ilustración del conectoma humano o mejor ilustración humorística del cerebro.

Brain Art no constituye un género en sí mismo. El término se refiere antes bien al debate artístico con las neurociencias, principalmente en lo que se refiere al cerebro humano. De manera paralela al concurso en el marco de la reunión de la OHBM, los artistas exhiben también sus obras en la exposición *Brain Art*. En 2013, el comisario Noah Hutton tituló la primera muestra como *Subjective resonance imaging* («Resonancia magnética subjetiva»). El nombre alude a la tomografía por resonancia magnética, uno de los procedimientos de neuroimagen más usuales en la investigación del cerebro y que permite una visión profunda de la arquitectura cerebral.

Historiador del arte y neurocientífico, Hutton subdivide la comunidad de artistas que participan en el *Brain Art* en tres grupos: uno, especializado en historia de la neurociencia; otro, interesado en la neurociencia moderna y su influencia en la sociedad, y un tercero compuesto por personas que descubrieron el cerebro como objeto de arte a través del propio sufrimiento. Las páginas siguientes ilustran la diversidad de trabajos. ★



LA AUTORA

Isabelle Bareither es psicóloga y periodista científica.


CORTESÍA DE PABLO GARCÍA LÓPEZ

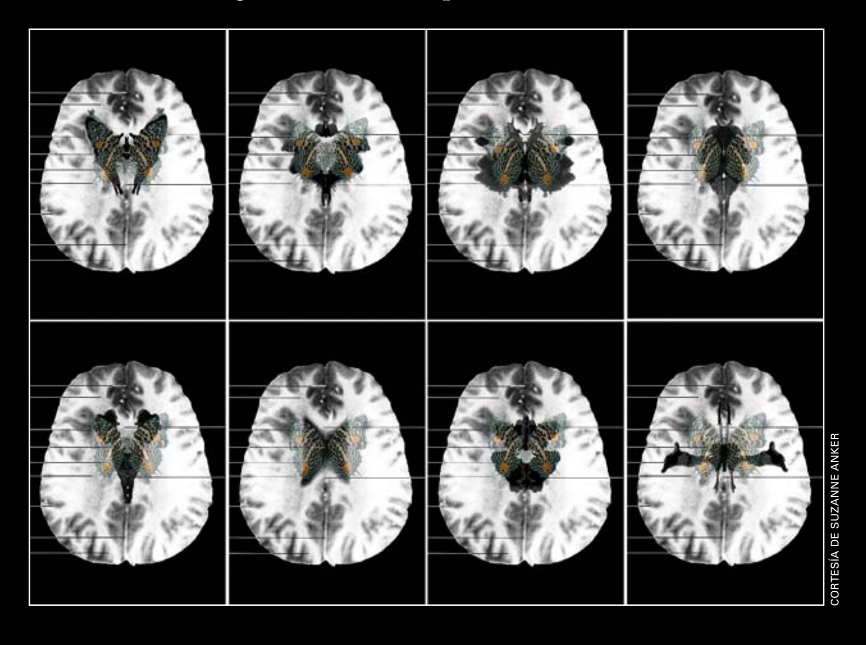
El artista español Pablo García López pertenece al grupo de los «neurohistoriadores». Su carrera profesional comenzó con una licenciatura en biología molecular. Sin embargo, durante su formación académica echó en falta el trabajo creativo. «Los laboratorios modernos funcionan como fábricas y sus responsables persiguen sobre todo objetivos económicos», comenta. Para compensar esa carencia, combinó sus estudios científícos con los de artes plásticas. Más tarde se doctoró en neurociencia en el Instituto Cajal de Madrid. En el museo de dicho centro, García López quedó fascinado por los dibujos originales del neuroanatomista Santiago Ramón y Cajal (1852-1934).

Al premio nóbel le gustaba jugar con metáforas orgánicas en la descripción de muestras de tejidos. «Trataba las escenas microscópicas que tenía delante como si tuvieran vida; como si estuvieran habitadas por seres que sienten, sueñan y ansían igual que nosotros.» Con estas palabras, Charles Scott Sherrington (1857-1952), neurofisiólogo y también merecedor de un Nobel, describió el lenguaje plástico de Ramón y Cajal. Este juego fascinó a García López. Comenzó a experimentar artísticamente con él. De ahí surgió su proyecto «El jardín cortical», al cual pertenece la obra *39 cerebros formando una flor*, es decir, una especie de flor elaborada a partir de diversos cortes cerebrales.

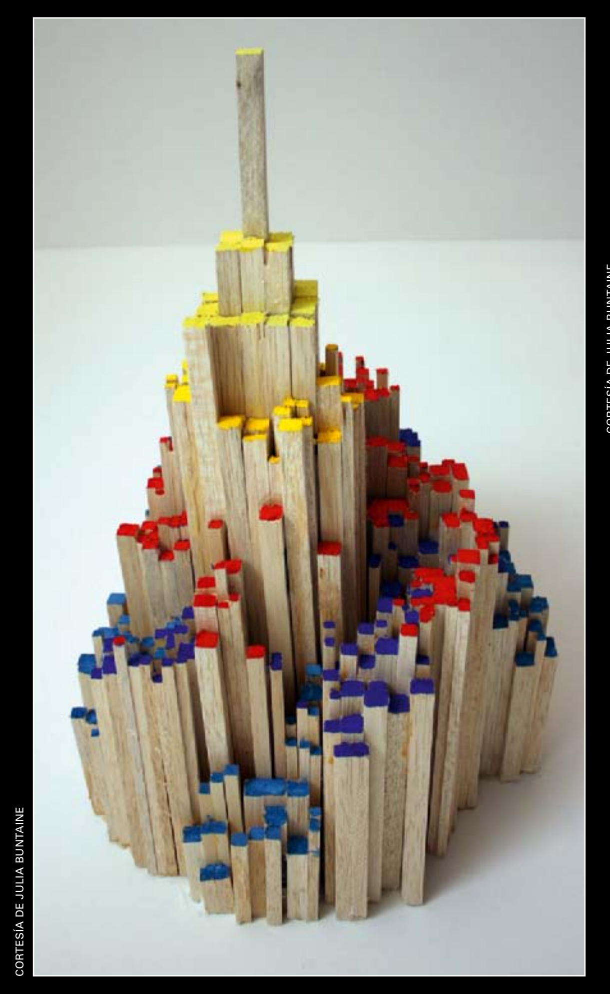
En 2011, el Museo Alemán de la Higiene de Dresde adquirió algunas de las obras del artista español con motivo de la exposición *Images of the mind* («Imágenes de la mente»), la cual reunía imágenes cerebrales tanto artísticas como científicas desde la Antigüedad hasta nuestros días. Según García López, también los biólogos compran sus piezas. En la actualidad estudia en la Escuela de Artes Visuales de Nueva York.

En la Escuela de Artes Visuales de Nueva York, Suzanne Anker dirige el laboratorio Bio Art. En 2008 creó, a raíz de su interés por el cerebro humano, *MRI Butterfly* («RM mariposa»). En esta obra mezcló una tomografía por resonancia magnética de un corte cerebral con imágenes del test del psicoanalista suizo Hermann Rorschach (1884-1922). La mariposa representa la fragilidad del cerebro. «Quiero cautivar a los espectadores», explica la artista. «El cerebro es maravilloso y esconde muchos secretos.»

Asimismo, Anker espera facilitar mediante sus piezas el acceso del público general a los métodos neurocientíficos actuales. «Las imágenes de tomografía por resonancia magnética dan la impresión de que el cerebro revela sus pensamientos», aclara. «Pero resulta extraordinariamente problemático calcular el comportamiento a partir de las dimensiones físicas.» Esta pretensión linda con la frenología del anatomista alemán Franz Joseph Gall (1758-1828), quien pretendía conocer la personalidad de los sujetos a partir de la forma de su cabeza.



CORTESÍA DE SUZANNE ANKER



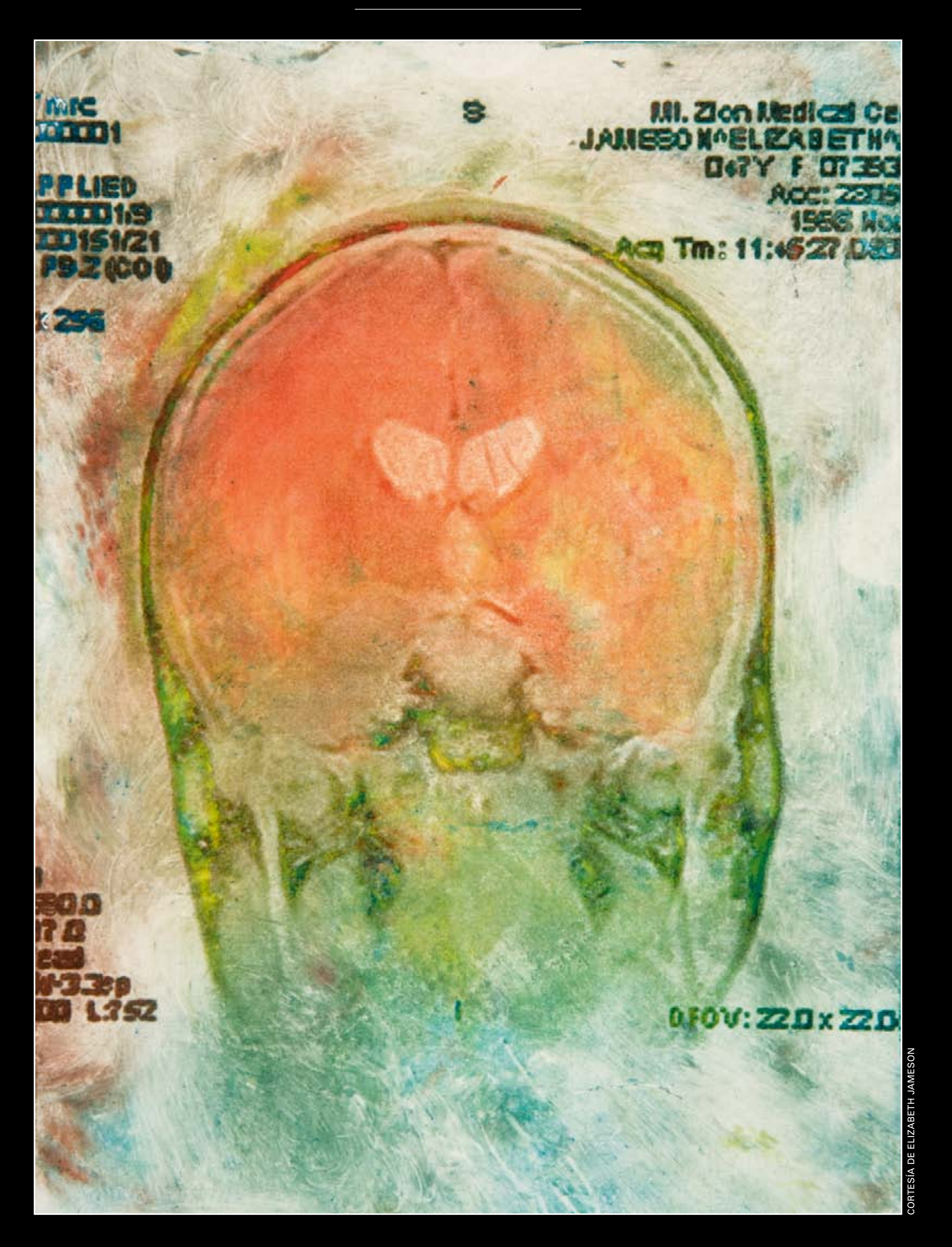
CORTESÍA DE JULIA BUNTAINE



CORTESÍA DE JULIA BUNTAINE

Al igual que Anker, Julia Buntaine pertenece al grupo de artistas que se interesa por la neurociencia moderna, según el criterio de Hutton. Graduada por la Escuela de Artes Visuales de Nueva York, fundó en 2013 la revista *SciArt in America* con el objetivo de favorecer la conexión entre las escenas artística y científica. A este objetivo contribuyen también sus exposiciones temporales itinerantes.

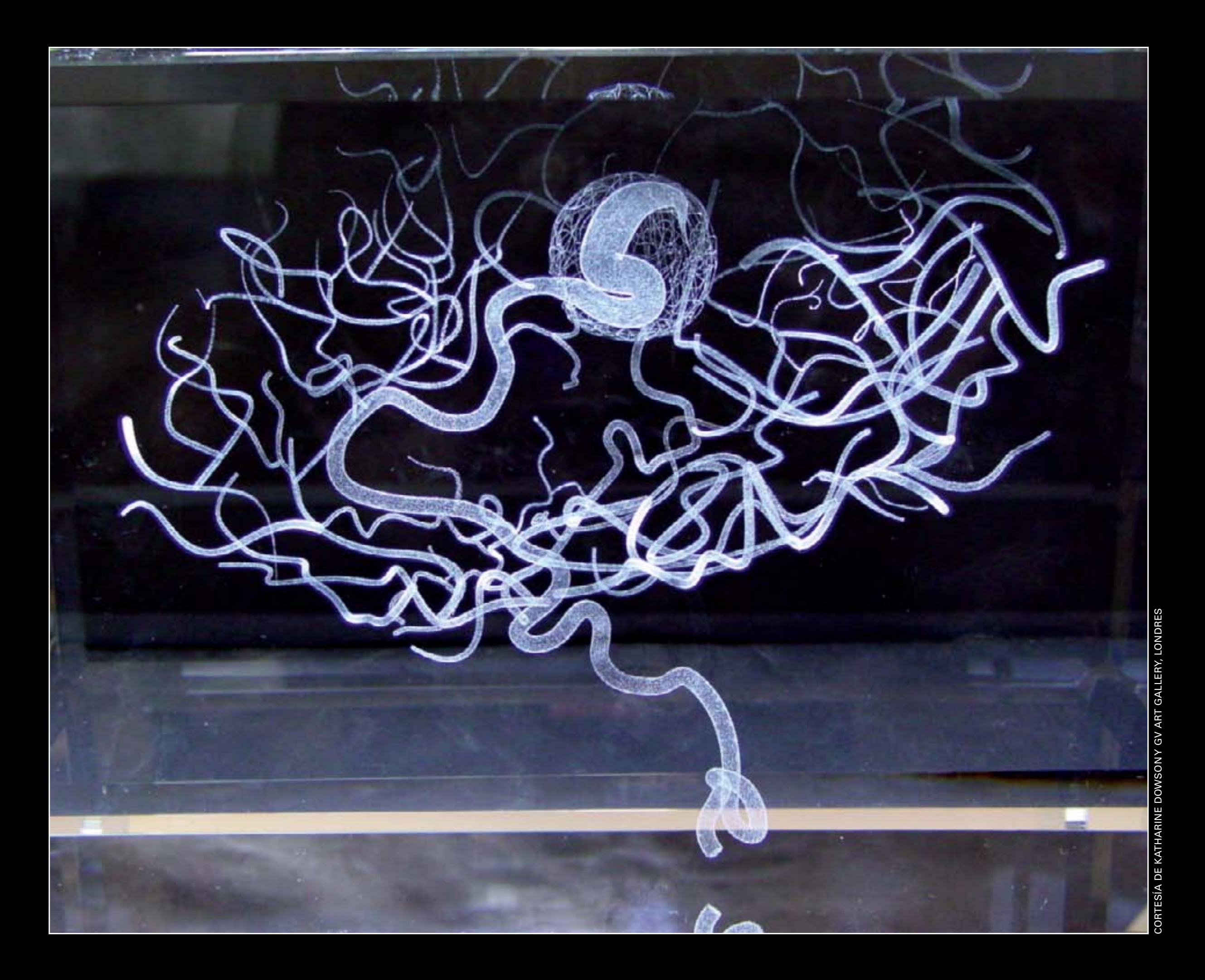
La arquitectura de Nueva York, hogar adoptivo de Buntaine, inspiró a la artista para sus obras. En *Empire State of mind* («Empire State de la mente»), numerosos listones de madera coloreados y de distinta largura conforman una especie de rascacielos. Si se observa la pieza a vista de pájaro, se reconoce la forma de un cerebro. Los diferentes colores reproducen las señales de baja o alta actividad cerebral, de la misma manera que se representa en las revistas científicas.



CORTESÍA DE ELIZABETH JAMESON

Elizabeth Jameson se suma a la tercera categoría de Hutton: artistas afectados. La carrera de la abogada de Seattle terminó repentinamente en 1991 a causa de una esclerosis múltiple. El progresivo deterioro de su sistema nervioso la condujo a sufrir parálisis, convulsiones y alteraciones sensoriales. Una y otra vez tuvo que pasar por el tubo del tomógrafo, por lo que pronto los escáneres cerebrales se amontonaron en su escritorio. Las neuroimágenes en blanco y negro se convirtieron en una suerte de diario sobre su destino. La artista utiliza los colores saturados para reinterpretarlas y, de esa forma, quitarles el horror. Como en su obra *Brain trust I* («Grupo de expertos I»).

«Me consuela saber que mi cerebro conoce exactamente lo que está haciendo», explicó Jameson en una entrevista. Nunca habría sentido el impulso de luchar contra su enfermedad o contra su cerebro «incompleto». En lugar de eso, lo coloca como centro de su arte. «Sin el diagnóstico de esclerosis múltiple nunca hubiera reflexionado con tanta intensidad sobre este increíble órgano.»



CORTESÍA DE KATHARINE DOWSON Y GV ART GALLERY, LONDRES

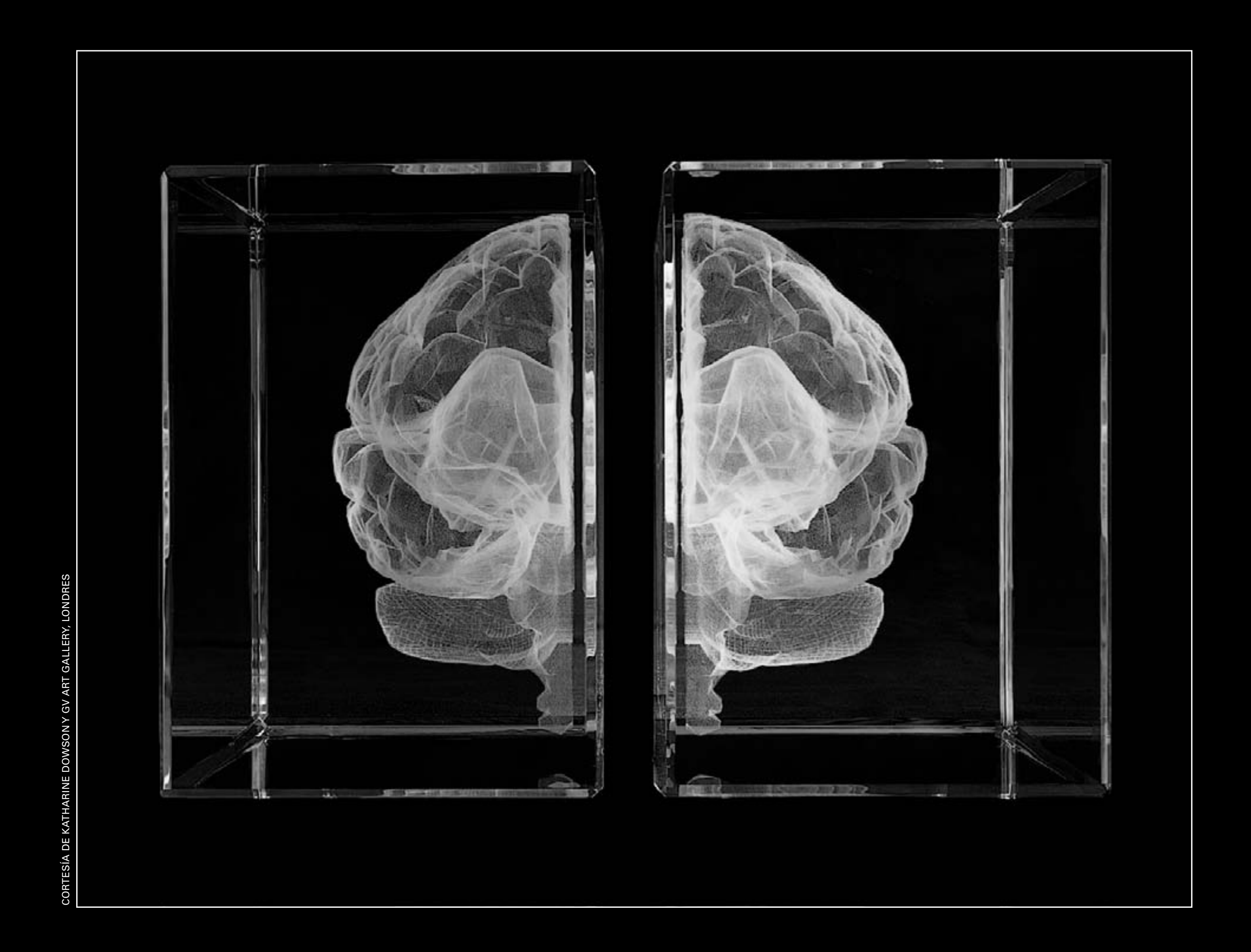
Katharine Dowson creció en los años sesenta del siglo pasado en los alrededores de Londres. Llegados los ochenta, estudió arte. Más tarde, viajó a China y Pakistán. Durante un largo período vivió en Hong-Kong.

Dowson descubrió el cerebro como objeto de arte después de que una peligrosa experiencia en Kenia le revelara la finitud de la vida. El día de Navidad de 1991, por la mañana, decidió participar en una salida de buceo de superficie (esnórquel). La lancha en la que viajaba zozobró. Dowson y otros turistas cayeron por la cubierta de la embarcación a las aguas del océano Índico. Finalmente quedaron varados sobre una roca. Pasaron la Nochebuena allí. Un grupo de pescadores rescató a los náufragos a la mañana siguiente. La artista recuerda todavía hoy la taza de té caliente y los mangos dulces que les ofrecieron los habitantes del poblado pesquero.

Desde ese incidente, la artista refleja en sus trabajos la fragilidad de la existencia. Su obra de cristal *Memory of a brain malformation* («Memoria de una malformación del cerebro») representa los vasos sanguíneos del cerebro de su prima. «Tuvo un tumor cerebral que podría haber acabado con su vida.»

La escultura de cristal *My soul* se creó a partir de un escáner de tomografía por resonancia magnética del cerebro de Dowson. «Es extraño contemplar mi propio cerebro», afirma. «Eso soy yo. Pero ¿quién soy? ¿Soy yo realmente? ¿Qué escondo?» A veces siente como si se exhibiera a sí misma. *My soul* ha recorrido mundo: esta obra se ha mostrado en un cartel del Teatro Nacional de Londres; también aparece en el vídeo musical *Appreciate*, del ex-Beatle Paul McCartney.

Dowson prefiere exponer sus obras de cristal en salas oscuras, puesto que algunas cuentan con iluminación. En las esculturas *In vitro* o *Pia mater*, que recuerdan al cerebro y a la médula espinal, respectivamente, unos dispositivos led dibujan sobre la pared un campo en movimiento; de manera semejante a cómo la electricidad forma pensamientos en nuestro cerebro, según describe la autora. Dowson ve una relación directa entre el arte y la neurociencia: «Somos los escultores de nuestros pensamientos».



CORTESÍA DE KATHARINE DOWSON Y GV ART GALLERY, LONDRES

EN NUESTRO ARCHIVO

El cerebro del pasado. Andreas Jahn y Wibke Larink en *MyC* n.º 54, 2012.

Historia en imágenes del cerebro. Isabelle Bareither en *MyC* n.º 69, 2014.

NEUROGÉNESIS ¿Cómo consigue el cerebro crear recuerdos novedosos sin saturarse? Los científicos buscan la respuesta en las células nerviosas más jóvenes

Neuronas nuevas para la memoria reciente

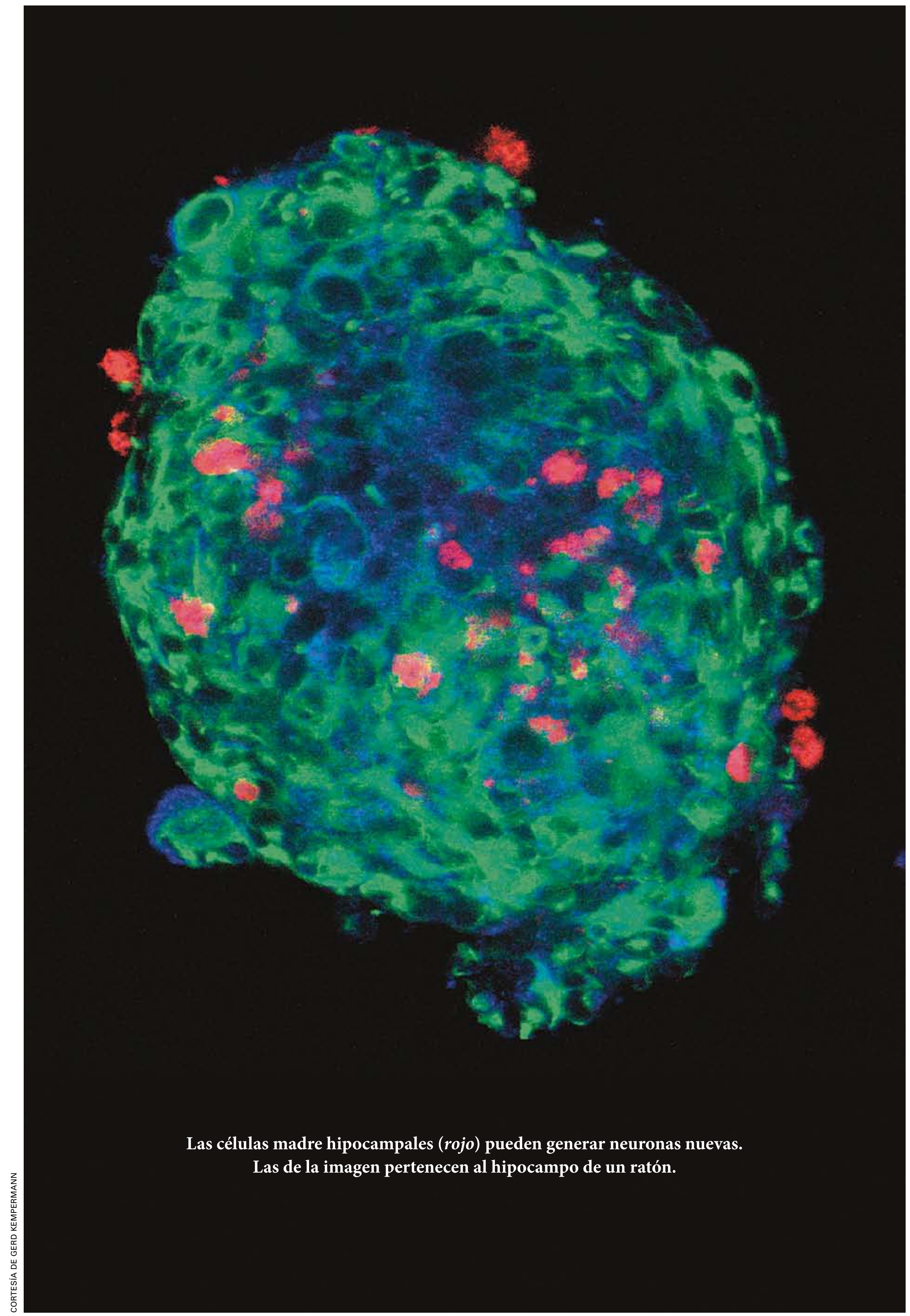
WILLIAM SKAGGS

Durante largo tiempo, los científicos han considerado que nacemos con un número definitivo e inmutable de neuronas. Las pruebas que fundamentaban este dogma parecían sólidas: a principios del siglo xx, los neuroanatomistas, armados con su microscopio, detectaron neuronas inmaduras, pero solo en el cerebro de fetos y embriones de mamíferos, nunca tras el nacimiento.

Ahora sabemos que la realidad es más compleja. Mediante el marcaje radiactivo del ADN, los investigadores comenzaron a descubrir excepciones a la regla de que el cerebro adulto no genera neuronas. Hoy en día, se han hallado dos pequeñas regiones en las que la neurogénesis (nacimiento de neuronas) persiste durante toda la vida: el bulbo olfativo y el hipocampo. El primero forma parte del sistema de discriminación de olores. El segundo cumple una función mucho más amplia: almacena la memoria.

En 1998, la noticia de que existían neuronas nacientes en el hipocampo humano adulto sorprendió a muchos investigadores. Aunque la producción de nuevas neuronas puede parecer útil, sus costes son posiblemente elevados. Después de todo, el espacio disponible en el cráneo es finito y las células recién llegadas podrían alterar las delicadas redes neurales que almacenan el conocimiento.

En la actualidad, los científicos sospechan que las neuronas que nacen en el hipocampo ayudan al cerebro a crear y filtrar los millones de recuerdos que formamos a lo largo de la vida. Si esta hipótesis es cierta, la neurogénesis podría resolver el rompecabezas que ha desconcertado durante más de sesenta años a quienes investigan la memoria: ¿cómo consigue el cerebro guardar recuerdos de sucesos similares por separado? Estos descubrimientos podrían revelar a la larga por qué recordamos los episodios de nuestra vida y cómo el cerebro logra mantener la



Las células madre hipocampales (*rojo*) pueden generar neuronas nuevas.
Las de la imagen pertenecen al hipocampo de un ratón.

CORTESÍA DE GERD KEMPERMANN

En síntesis: Extensión de la memoria

1 La neurogénesis (crecimiento de neuronas nuevas) en el cerebro adulto se produce en dos regiones: el hipocampo y el bulbo olfativo.

2 Los investigadores sospechan que las neuronas nuevas del hipocampo facilitan el almacenamiento de los recuerdos y la separación de los mismos.

3 Al parecer, las neuronas jóvenes ayudan a crear memorias nuevas; las viejas, en cambio, permiten recordar episodios anteriores.

---

facultad para registrar recuerdos a pesar de su inevitable deterioro con el envejecimiento.

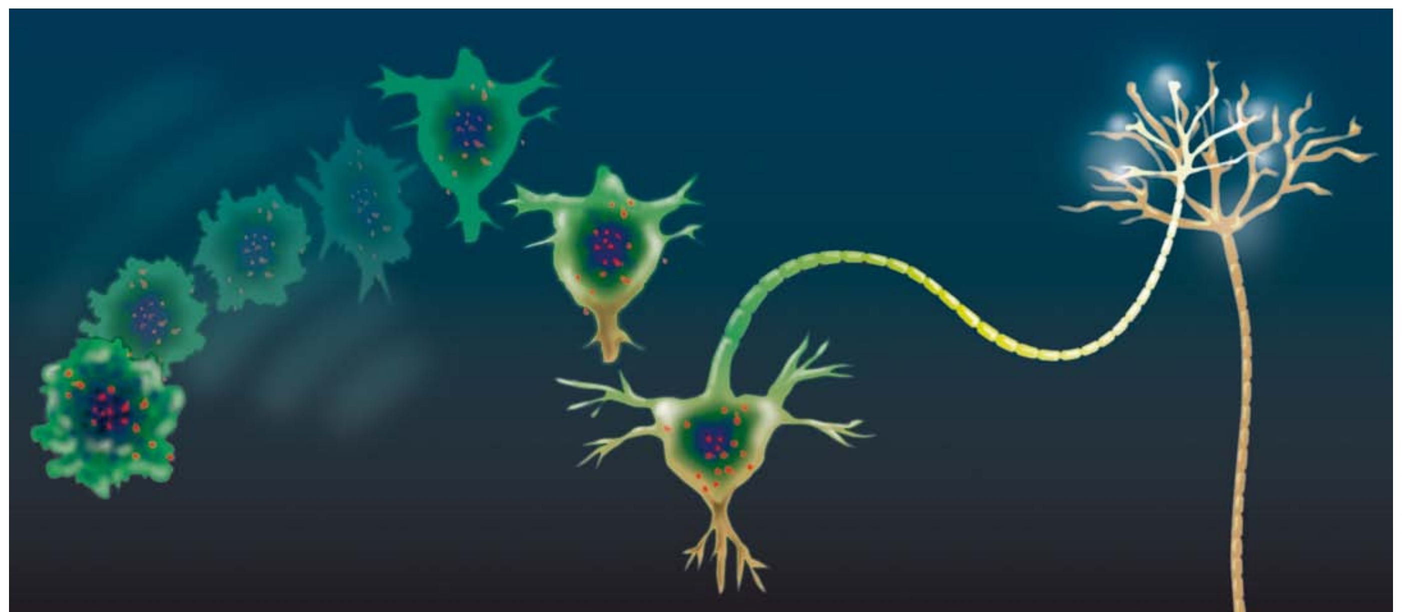
Creación de las remembranzas

En 1949, el psicólogo canadiense Donald O. Hebb (1904-1985) propuso una teoría sobre la memoria que llegaría a dominar este campo de investigación. Sugirió que cada neurona de la corteza cerebral (capa exterior del cerebro esencial para el pensamiento y la inteligencia) codifica alguna característica del mundo y se activa cuando esta se halla presente. También se percató de que todas las neuronas se conectan a otras mediante uniones: las sinapsis. Hebb creía que codificamos memorias mediante la creación de alianzas entre grupos neuronales. Cuando dos neuronas conectadas se encuentran activas al mismo tiempo, las sinapsis que las unen se vuelven más fuertes. En otras palabras, «las neuronas que se activan juntas se entrelazan». [*Véase* «Donald o Hebb, teórico de la mente», por Peter M. Milner; Investigación y Ciencia, marzo de 1993.]

Para comprender el modo en que funciona ese sistema, pensemos en cómo un recuerdo se instala en un conjunto de neuronas interconectadas. Por ejemplo, cada verano nos vamos de viaje. En cierta ocasión, preparamos la mochila para una excursión a la montaña. Además de ropa, introducimos en la bolsa nuestro libro favorito. Las características del episodio (mochila, montaña, libro) se instalan en neuronas separadas de la corteza. Cuando, una tarde lluviosa, sacamos el libro de la mochila en el campamento alpino donde hemos plantado la tienda, esas mismas neuronas se activan juntas, de manera que apuntalan las conexiones entre los tres elementos y almacenan el recuerdo.

En realidad, el cerebro emplea muchos más recursos que tres neuronas y sus respectivas conexiones, pero el principio para codificar la memoria es el mismo. Si una de las neuronas del recuerdo guardado se activa más tarde, se propaga un impulso eléctrico a las otras células de esa red. Como consecuencia, las neuronas que representan esas tres características se activarán y la memoria completa se codificará. Este proceso, denominado finalización del patrón, permite recuperar los recuerdos, según la teoría de Hebb. También explica por qué si mira-

Las células madre del cerebro (*izquierda*) pueden convertirse en neuronas (*centro*). Estas células nerviosas nuevas extienden sus conexiones hasta otras neuronas del cerebro (*derecha*).



GEHIRN UND GEIST / BUSKE-GRAFIK

mos la mochila una vez en casa y tras unos días del viaje, nuestra mente evoca paisajes montañosos.

Sin embargo, esa teoría presenta un problema: ¿qué ocurre cuando se solapan características de distintos recuerdos? Supongamos que en otras vacaciones de verano utilizamos la misma mochila, pero en este caso metemos un periódico en su interior y nos vamos a la playa. Para que se almacene ese recuerdo, deben conectarse las neuronas relativas a la mochila, la playa y el periódico. Cuando recordemos el episodio, la finalización del patrón activará la neurona de la mochila y enviará una ráfaga de actividad a través de ambos conjuntos de conexiones. De esta manera se combinarán los recuerdos de los dos viajes. Este fenómeno, conocido como interferencia, es una consecuencia inevitable de la hipótesis de Hebb y no resulta fácil de solucionar.

Los neurocientíficos han tardado décadas en resolver el problema de la interferencia. Una solución simple consiste en minimizar el número de características compartidas de los recuerdos que se almacenan. La forma más sencilla de lograrlo radica en usar características específicas: en vez de guardar el recuerdo de un libro en la mochila, clasificamos mentalmente esa memoria como *Ulises* de James Joyce y el periódico del viaje a la playa lo categorizamos en el cerebro como el *New York Times*.

No obstante, esta solución presenta desventajas. El cerebro aprende sobre el mundo mediante la detección de patrones, es decir, relaciones constantes entre conjuntos de características. Apreciamos el protector solar porque nos hemos quemado varias veces por no haberlo usado mientras estábamos en la playa. Pero si estas características se clasifican de un modo tan específico que casi nunca ocurren, los recuerdos a los que pertenecen no posibilitan el aprendizaje. La importancia del protector solar, por ejemplo, se aplica a todos los días soleados, con independencia de la playa que visitemos o la marca de la crema que usemos.

Esas limitaciones parecen enfrentar la memoria con el aprendizaje. Para optimizar la capacidad de memoria del cerebro es necesario reducir el solapamiento; en cambio, el aprendizaje depende del acceso fácil a elementos comunes para efectuar asociaciones.

La neurogénesis al rescate

Cuarenta años después de que Hebb propusiese su teoría, tres neurocientíficos dieron con un enfoque alternativo. James L. McClelland y Randall C. O'Reilly, a la sazón en la Universidad Carnegie Mellon, y Bruce L. McNaughton,

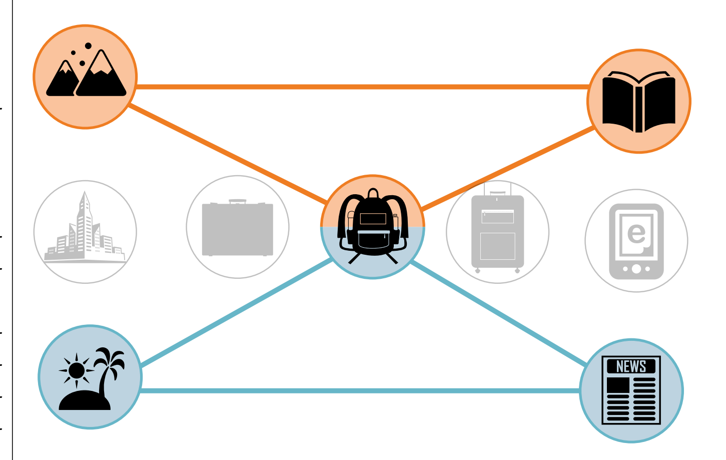


EL AUTOR

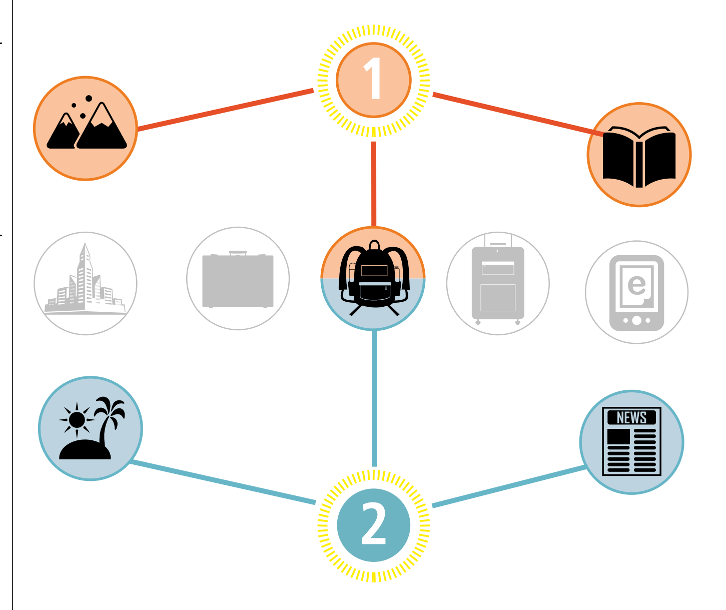
William Skaggs es escritor científico. Ha centrado su línea de investigación como neurocientífico en la función del hipocampo relacionada con el aprendizaje, la memoria y la navegación espacial.

Estrategia para no mezclar recuerdos

Según el modelo del considerado padre de la psicobiología Donald Hebb (1904-1985), la corteza cerebral contiene neuronas que codifican diferentes características del entorno. Si hemos metido un libro en la mochila que nos llevaremos en nuestra excursión a la montaña, las neuronas responsables de cada elemento (montaña, viaje y libro) se conectarán para formar un recuerdo (*rojo*).



Los problemas surgen cuando otra remembranza comparte uno de los elementos. Supongamos que, en una excursión anterior a la playa, nos llevamos la misma mochila con un periódico dentro (*azul*). Al recordar la playa se activa la neurona de la mochila y, con ella, los recuerdos previos de dicho objeto.



La existencia de una neurona nueva en el hipocampo para cada recuerdo explicaría la solución de este embrollo. En principio, estas células nerviosas se inhibirían o competirían entre sí con el fin de evitar que se active más de un recuerdo a la vez.

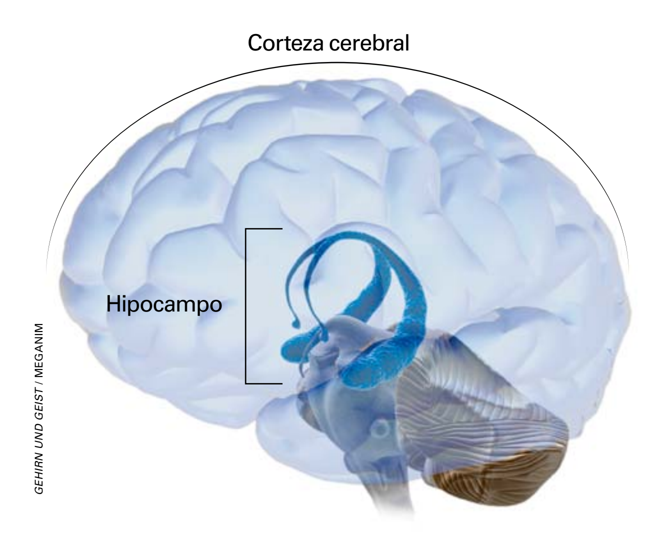
ISTOCK (*iconos*)

Centros de crecimiento de neuronas nuevas

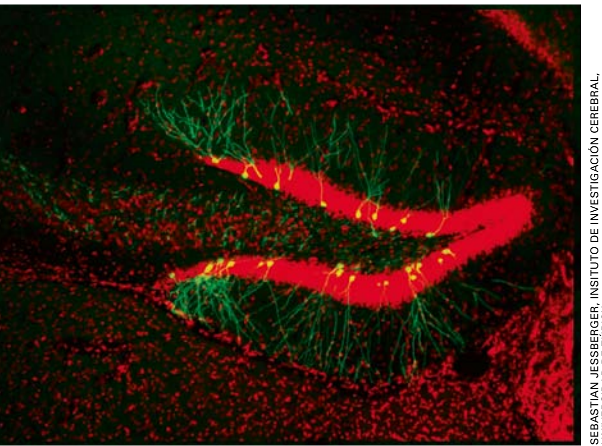
En la actualidad, los investigadores sospechan que las neuronas nacientes ayudan a distinguir recuerdos cuyas características se encuentran almacenadas en la corteza cerebral. Este proceso podría constituir la tan ansiada respuesta al enigma de la memoria.

El hipocampo es una de las dos únicas regiones del cerebro adulto donde crecen neuronas nuevas.

Las neuronas recién formadas (*derecha, verde*) se alojan en la región cuneiforme del hipocampo: la circunvolución dentada. El área roja brillante integra neuronas más antiguas.



GEHIRN UND GEIST / MEGANIM



SEBASTIAN JESSBERGER, INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN CEREBRAL, UNIVERSIDAD DE ZÚRICH

en la Universidad de Arizona, reflexionaban sobre las dos regiones cerebrales implicadas en la memoria (la corteza cerebral y el hipocampo) cuando cayeron en la cuenta de que el cerebro podía resolver el conflicto entre el aprendizaje y la memoria separando ambos procesos. Con el objetivo de solucionar la cuestión de la interferencia propusieron que la corteza cerebral contribuía a forjar conexiones y que el hipocampo se centraba en archivar por separado los distintos recuerdos. Bautizaron la hipótesis como «sistemas de aprendizaje complementarios».

La idea básica gira en torno a la adición de otro conjunto de neuronas a la red del recuerdo formada en un viaje a la playa al estilo de Hebb. Cada una de estas células adicionales codifica un conjunto pequeño de recuerdos. Supongamos que nos embarcamos en un nuevo viaje con nuestra fiel mochila. En lugar de unir las características de todas las vacaciones (la mochila entre ellas), el cerebro asigna una única neurona de memoria para la última aventura y todas las particularidades del viaje se conectan a esta. Esa única célula de memoria reside en el hipocampo, mientras que las neuronas asociadas a las características se ubican en la corteza cerebral. Además, las células encargadas de la memoria en el hipocampo solo se activan en grupos separados porque se inhiben o compiten las unas con las otras. En consecuencia, solo puede haber un recuerdo activo en cada momento.

Cuando McClelland y sus colaboradores avanzaron con su teoría, las pruebas de que existían neuronas nacientes todavía no eran sólidas. Una década después, la situación cambió. En 2006, Fred H. Gage, del Instituto de Estudios Biológicos Salk, Gerd Kempermann, por entonces en el Centro de Medicina Molecular Max Delbrück de Berlín, y otros investigadores reconocieron la importancia de las neuronas nuevas en el hipocampo. En dos artículos propusieron que el cerebro utilizaba la neurogénesis para expandir sus almacenes de memoria.

Por una parte, razonaban, las neuronas nuevas se conectan con mayor facilidad a otras en comparación con las células neuronales antiguas. Una segunda pista residía en que el destino de las neuronas inmaduras resultaba más incierto que el de las antiguas. Muchas de estas células mueren nuevas, aunque su probabilidad de supervivencia se incrementa cuando el individuo se ve obligado a aprender tareas que no le resultan familiares, una oportunidad excelente para formar nuevos recuerdos. De hecho, como observó en 1999 Tracey J. Shors, de la Universidad Rutgers, la velocidad de neurogénesis puede aumentar durante los ejercicios de aprendizaje. De esta manera surgió una nueva idea radical en la ciencia de la memoria: cuando el cerebro precisa crear registros cognitivos produce más neuronas.

El banco de células cerebrales

Para confirmar esa idea, los científicos se dispusieron a eliminar la neurogénesis en roedores. Querían ver si la carencia de nuevas neuronas revelaba su función. Consiguieron su objetivo con métodos ingeniosos: manipularon los genes de los ratones y las ratas, los expusieron a rayos X potentes y administraron medicamentos a los animales para destruir las células. Como habían previsto,

Cuando el cerebro precisa crear registros cognitivos produce más neuronas

esas intromisiones deterioraron la capacidad de los animales para detectar diferencias sutiles entre situaciones. Por el contrario, la estimulación de la neurogénesis parecía ayudarles a diferenciar entre contextos similares.

En 2012, Susumu Tonegawa, del Instituto de Tecnología de Massachusetts, llevó el experimento más lejos. Junto con su equipo creó un ratón transgénico, en cuyo cerebro las neuronas viejas quedaban inactivas mientras que las nuevas seguían funcionando. Evaluaron el rendimiento de estos roedores con una serie de pruebas. En una de ellas, los animales debían localizar bolitas de comida distribuidas por un laberinto. Descubrieron que los ratones modificados genéticamente resolvían mejor los problemas en comparación con los ejemplares de control. En cambio, los primeros recordaban peor el camino correcto del laberinto que habían explorado hacía semanas. En otras palabras, estas neuronas se encontraban unidas temporalmente a recuerdos específicos. Las células nuevas ofrecían ventajas para aprender y recordar conceptos recientes, mientras que las viejas ayudaban a rememorar episodios más antiguos.

Puede que las neuronas nuevas cumplan la misma función en los humanos. En 2013, Jonas Firsén, del Instituto Karonlinska, y sus colaboradores descubrieron que la tasa diaria de neurogénesis en los humanos (unas 1400 células al día) es equiparable a la de los ratones. Esta semejanza apoya la teoría de que los hallazgos en los modelos animales podrían aplicarse a las personas.

Si la neurogénesis aporta las neuronas necesarias para almacenar memoria, estudiar este fenómeno podría proporcionar enfoques novedosos dirigidos a comprender nuestro poder de evocación. De momento, las investigaciones centradas en el cerebro durante su proceso de maduración apuntan a que la disfunción de la circunvolución dentada (estructura del hipocampo donde nacen las neuronas) favorece ciertas formas de deterioro cognitivo. También se sabe que la génesis de neuronas durante los primeros años de vida sucede de manera rápida, pero ese ritmo de producción disminuye a medida que se cumplen años. Por ahora se desconoce la causa exacta. Aprovechar el poder de la neurogénesis podría beneficiar a la creciente población anciana.

Ya se conocen algunas formas de estimular el crecimiento de neuronas nuevas. A grandes rasgos, las técnicas se basan en llevar una vida sana. Gage y Kempermann confirmaron que el ejercicio físico y el aprendizaje continuo incrementan la neurogénesis. Los mismos investigadores han descubierto en fecha más reciente que la combinación de retos cognitivos y actividad física potencia el crecimiento neuronal en el cerebro de roedores viejos. Quizás un régimen de ejercicio regular junto con el aprendizaje de una destreza proporcione efectos similares en los humanos. Por el contrario, el estrés intenso y continuado, el consumo de alcohol y algunos medicamentos y drogas pueden entorpecer el proceso de neurogénesis. Aunque estos hallazgos sugieren que un estilo de vida sano puede prolongar y mejorar la capacidad de memoria. Por ahora, los mecanismos exactos siguen siendo un misterio,

También las técnicas más invasivas podrían resultar útiles. En 2011, un grupo dirigido por Paul W. Frankland, de la Universidad de Toronto, descubrió que la estimulación cerebral profunda favorecía la neurogénesis y el desempeño de tareas de memoria espacial. Es posible que en un futuro otros métodos imiten las condiciones de producción de neuronas nuevas: se podrían utilizar células madre para ocupar el lugar de las neuronas hipocampales que se han perdido con el envejecimiento.

Aunque todavía se desconoce al detalle el proceso de almacenamiento que opera en el cerebro, estos hallazgos reflejan su extraordinaria complejidad. Al ayudarnos a guardar, fijar y recordar un inmenso conjunto de experiencias, las neuronas nuevas podrían actuar como una suerte de pegamento que conecta nuestro presente con nuestro pasado. ★

PARA SABER MÁS

Why there are complementary learning systems in the hippocampus and neocortex: Insights from the successes and failures of connectionist models of learning and memory. James L. McClelland, Bruce L. McNaughton y Randall C. O'Reilly en *Psychological Review*, vol. 102, n.º 3, págs. 419-457, julio de 1995.

Hippocampal neurogenesis and forgetting. Paul W. Frankland, Stefan Köhler y Sheena A. Josselyn en *Trends in Neuroscience*, vol. 36, n.º 9, págs. 497-503, septiembre de 2013.

A possible negative influence of depression on the ability to overcome memory interference. Don J. Shelton y C. Brock Kirwan en *Behavioural Brain Research*, vol. 256, págs. 20-26, 1 de noviembre de 2013.

EN NUESTRO ARCHIVO

Neurogénesis. Gerd Kempermann en *MyC* n.º 19, 2006.

El archivo de la memoria. R. Quian Quiroga, I. Fried y C. Koch en *IyC*, abril de 2013.

Más neuronas, menos ansiedad. Mazen A. Kheirbek y René Hen en *IyC*, octubre de 2014.

Síndrome de la excitación sexual persistente

Algunas personas, sobre todo mujeres, sienten una excitación genital constante sin que exista ningún estímulo o deseo sexual. Lejos de dar placer, este trastorno causa dolor a quien lo padece

CAT BOHANNON



ISTOCK / EFENZI

En un pequeño pueblo de Hill Country, en el corazón de Texas, vive Sally* con su marido. Los hijos, ya mayores, abandonaron el hogar. Un día, la pareja salió a dar una vuelta en moto. En una aceleración, la mujer salió despedida hacia atrás, voló por los aires y aterrizó sobre su trasero. En el servicio de urgencias del hospital más cercano, los médicos le diagnosticaron varios discos de la columna vertebral comprimidos, una rotura de coxis y una fractura múltiple de la muñeca.

Tras soportar una serie de intervenciones quirúrgicas, tratamientos farmacológicos y sesiones de fisioterapia, su columna vertebral comenzó a recuperarse. Parecía que todo marchaba bien, a excepción de algunas molestias relacionadas con la vejiga: constantemente sentía la necesidad de orinar. Los médicos le comentaron que resolverían el problema.

Fue el incio de lo que se convertiría en una pesadilla: sin pretenderlo ni esperarlo, Sally sintió una gran excitación sexual. Por entonces no sabía que padecía el síndrome de la excitación sexual persistente, una misteriosa enfermedad descubierta en fecha reciente y que afecta a miles de hombres y mujeres de todo el mundo. Nada tiene que ver con la adicción al sexo ni con el deseo. Se trata de una alteración en los circuitos nerviosos periféricos, que también puede originar trastornos mentales (muchos afectados sufren depresión con tendencias suicidas).

Una combinación de traumatismo, medicación y cambios hormonales provoca que los nervios de la pelvis envíen señales perturbadoras al cerebro. Como consecuencia, la persona puede sentir la necesidad imperiosa de masturbarse durante doce horas seguidas o puede percibir un cosquilleo constante en la entrepierna. El lugar en el que se encuentre no importa: incluso en el supermercado, la rozadura de la costura de los vaqueros puede provocar un orgasmo. A corto plazo, estos sujetos perciben que no pueden controlar su vida.

La sexóloga Sandra R. Leiblum (1943-2010) describió el síndrome en 2001. Aunque la mayoría de los científicos califican el trastorno de infrecuente, los expertos en este campo afirman que su diagnóstico ha aumentado en los últimos tiempos. En parte, porque cada vez se conoce mejor. Irwin Goldstein, director de medicina sexual en el Hospital Alvarado, en San Diego, ha visitado a cientos de pacientes con este síndrome. Un sencillo sondeo que él mismo lleva a cabo le confirma esa tendencia creciente. Goldstein aprovecha sus conferencias ante otros médicos de Estados Unidos para saber quiénes creen haber atendido casos relacionados con el síndrome de la excitación sexual persistente. Por lo general, dos tercios del público de la sala levanta el brazo. En Londres, David Goldmeier, sexólogo del hospital Saint Mary's, investigó el asunto. Descubrió que más de un tercio de las mujeres experimentaba algún tipo de excitación genital espontánea o persistente. Sin embargo, muy pocas cumplían todos los requisitos diagnósticos del síndrome. Estas muestras resultan insuficientes para determinar cuántas personas padecen el trastorno.

Sally no controlaba su sexualidad. En el síndrome de la excitación sexual persistente no es el cerebro por sí solo el que decide la excitación y envía señales a los puntos adecuados, sino que necesita de un colaborador: el sistema nervioso periférico. El trabajo en común se altera cuando ambos entran en desacuerdo.

En busca de un diagnóstico

Existen solo cuatro lugares en el mundo donde los médicos disponen de la información más actualizada sobre el síndrome: California, Nueva Jersey, Reino Unido y los Países Bajos. Aunque Sally acabaría descubriendo todos los nombres de referencia en este campo, al inicio, el único médico que sabía de su dolencia era su urólogo. Ella le describía la sensación de encontrarse justo al borde de un orgasmo con metáforas eléctricas: notaba una especie de «choque», «zumbido» o «descarga» . La sensación no le resultaba placentera, sino dolorosa, y una vez que esta empezaba, no paraba. A veces duraba varias horas. Si llegaba al orgasmo, sentía un cierto alivio, pero solo por uno o dos minutos; luego reaparecía el dolor.

«No puedo imaginar algo peor para un ser humano», comenta Goldstein. «La persona se halla en medio de una gran excitación, todo la empuja hacia el orgasmo, espera encontrar un alivio en ese breve período refractario, pero la sensación se repite.» El funcionamiento defectuoso del nervio pudendo podría ser el motivo de esta dolencia. Dicho nervio, que se aloja en la parte baja de la columna vertebral, se compone de un manojo de fibras que se ramifica para inervar la parte inferior de la pelvis. Una rama controla el esfínter anal, otra el uretral y una tercera se extiende hasta el extremo del pene en los hombres y el glande del clítoris en las mujeres. El nervio pudendo forma parte del sistema nervioso periférico.

En el Hospital Haga, en La Haya, el neuropsiquiatra Marcel D. Waldinger dirige una de las únicas consultas en el mundo especializadas en el síndrome de la excitación sexual persistente. En 2008, observó que los sínto-

¿Qué es? El síndrome de la excitación sexual persistente es una misteriosa enfermedad descrita por primera vez en 2001 por la sexóloga Sandra R. Leiblum. Provoca una excitación genital espontánea y permanente que causa dolor y puede derivar en trastornos psicológicos como la depresión. Afecta más a las mujeres con menopausia. Todavía no está incluido en el *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales* ni en la *Clasificación Internacional de Enfermedades*.

* Nombres alterados por la redacción.

¿Por qué? No se conocen las causas del síndrome, aunque se apuntan posibles desencadenantes: alteración de los circuitos nerviosos periféricos, consumo de antidepresivos del tipo inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina, traumatismos, cambios hormonales (sobre todo en relación a la menopausia) y trastornos como el síndrome de las piernas inquietas.

mas de esta enfermedad solían aparecer en combinación con una vejiga hiperactiva y el síndrome de las piernas inquietas (necesidad persistente y nerviosa de mover las extremidades inferiores porque se siente «algo extraño» o «un hormigueo»). Waldinger se planteó que ambos trastornos podían deberse a un mismo problema, a saber, anomalías crónicas en la actividad nerviosa alrededor del sacro, el cual desempeña un papel fundamental como centro nervioso de la pelvis y de las piernas. Por el orificio de este hueso, que ocupa la parte inferior del espinazo, transcurren el nervio ciático (involucrado en el síndrome de las piernas inquietas) y el nervio pudendo (relacionado con la vejiga hiperactiva).

Con todo, el nervio ciático no afecta a la autoestima de las mujeres del mismo modo que el pudendo. Sally empezó a beber con la intención de paliar los dolores. También comenzó a ingerir somníferos. Un día, su urólogo dio casi por casualidad con el diagnóstico correcto. Había asistido a una conferencia en la que Goldstein hablaba de su investigación sobre el síndrome de la excitación sexual persistente. Por primera vez en años, la paciente vio un rayo de esperanza. Contactó con el médico que trataría su problema en adelante. En cuanto al origen de su dolencia, el accidente no había sido la única causa: es probable que también tuviera que ver la ausencia de su útero.

Las múltiples vidas de la serotonina

A los 27 años, Sally fue intervenida de histerectomía. Desde entonces presentaba una menopausia artificial y recibía una mínima dosis de tratamiento hormonal. Tanto los hombres como las mujeres poseen una gran variedad de hormonas sexuales (estrógenos, andrógenos y gestágenos) con niveles equilibrados en función del sexo. Ese equilibrio cambia con la menopausia. De hecho, el número de personas diagnosticadas con el síndrome de excitación persistente es mucho mayor entre las mujeres con menopausia que entre los hombres. El cuerpo de Sally experimentaba una especie de menopausia extrema porque carecía de útero y ovarios.



LA AUTORA

Cat Bohannon escribe sobre ciencia en *Scientific American* y realiza un doctorado sobre cognición y narrativa.

Una de las muchas funciones de los estrógenos en el organismo es influir en la serotonina, un neurotransmisor que, entre otras tareas, participa en la regulación del flujo sanguíneo, sumamente importante para la función sexual. Del mismo modo que permite la erección en los hombres, la dilatación de los vasos sanguíneos de la pelvis femenina hincha el tejido de la vagina y su entorno y estimula la producción de moco lubricante. Los nervios genitales se tornan muy sensibles y toda la zona se prepara para el coito. Los estrógenos (sobre todo el estradiol) facilitan este proceso, en parte debido a su acción sobre la serotonina. Los niveles sanguíneos de estradiol de las mujeres en edad fértil se correlacionan con los de serotonina. Pero a medida que disminuye el estradiol durante la menopausia, la respuesta sexual de los genitales merma.

La menopausia no es la única forma de manipular los niveles de serotonina. Los inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina (ISRS), el grupo de antidepresivos más popular, también tienen como diana este neurotransmisor. Dicha medicación disminuye el flujo sanguíneo en la pelvis, por lo que reduce la respuesta sexual. De hecho, la disfunción eréctil masculina y su análogo en las mujeres son un efecto secundario tan frecuente de los ISRS que algunos médicos suelen prescribir una combinación de antidepresivos y Viagra.

Muchos pacientes con el síndrome de la excitación sexual persistente asocian la toma de ISRS a sus síntomas iniciales. En 2008, Goldmeier y Leiblum publicaron un artículo sobre el vínculo entre ambos, al que siguieron más estudios. Según se ha descubierto, en la mayoría de los casos, los síntomas parecen iniciarse cuando se reduce o suspende la dosis de ISRS. Desde hace tiempo se sabe que estos fármacos pueden causar efectos secundarios negativos: entre ellos, cambios de humor, mareos, cefaleas y problemas digestivos y sexuales. En 1996, la compañía farmacéutica Eli Lilly, que había obtenido ganancias económicas considerables gracias al Prozac (antidepresivo de tipo ISRS), celebró un simposio sobre el tema. Un estudio reveló que hasta el 80 por ciento de los pacientes sufrían síntomas de abstinencia o, como se dio en llamar tras el encuentro, síndrome de retirada.

Los ISRS aumentan los niveles de serotonina en las sinapsis (uniones entre las neuronas) e impiden que las neuronas vuelvan a captar el neurotransmisor restante una vez que ha cumplido su función. El organismo se adapta al exceso disminuyendo la sensibilidad general a la serotonina. Cuando un paciente reduce o suspende la dosis de ISRS, las neuronas pueden captar rápidamente

la serotonina liberada, lo que provoca un descenso de los niveles serotoninérgicos, incluso cuando el sistema nervioso es menos sensible a dicha sustancia. Entre los pacientes con el síndrome de la excitación sexual persistente, este cambio podría dar lugar a un sistema vascular que no se constriñe ni dilata lo suficiente en las circunstancias precisas. También es posible que los nervios pélvicos dejen de funcionar de forma correcta y experimenten una hiperestimulación crónica. En algunos casos, el síndrome desparece misteriosamente al cabo de uno o dos meses. En otros, como en el de Sally, se produce un empeoramiento progresivo. Más inexplicables resultan los casos en los que los afectados sienten alivio al tomar ISRS cuando rebrotan los síntomas.

En palabras de Waldinger, el diagnóstico de esta enfermedad es un cajón de sastre: existen multitud de causas que desencadenan la descarga neuronal incorrecta asociada. Nadie sabe con seguridad por qué Sally padece la enfermedad, aunque presenta factores de riesgo: había tomado ISRS para la depresión antes del síndrome, había experimentado considerables cambios hormonales tras la histerectomía y, como se ha explicado, había sufrido un traumatismo pélvico grave.

En busca del código

El síndrome de la excitación sexual persistente todavía no figura en el *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales* actual ni en la *Clasificación Internacional de Enfermedades*, las dos biblias del diagnóstico médico (una para los trastornos mentales y la otra dedicada a la epidemiología general). Con todo, Waldinger tiene una nueva teoría para explicar por qué los pacientes como Sally se sienten siempre al borde del orgasmo. Según argumenta, la transmisión de señales sexuales por el nervio dorsal a la parte baja de la columna se puede activar —pero no desactivar— por defecto. Las lámparas también funcionan de ese modo: una vez que se enchufan, la electricidad fluye continuamente entre la pared y el foco. El interruptor simplemente permite que la energía llegue al filamento de la bombilla. Puede que el nervio dorsal, en circunstancias normales, esté siempre preparado para enviar señales a la columna vertebral que le anuncian: «atención, orgasmo a la vista». Debido al complejo sistema inhibitorio que rodea el nervio, solo «oímos» la señal en el momento adecuado.

Gran parte del sistema nervioso humano se basa en relaciones complejas de excitación e inhibición. Algunos neurocientíficos estiman que alrededor del 20 por ciento de las neuronas del cerebro son inhibitorias. Según sospecha Waldinger, ciertos pacientes con el síndrome de la excitación sexual persistente sufren un tipo específico de neuropatía (problema con las fibras que rodean el nervio dorsal) que interrumpe el sistema inhibitorio y deja el interruptor encendido.

Sea cual sea el mecanismo subyacente a la descarga nerviosa inapropiada, el objetivo de los tratamientos disponibles para pacientes como Sally es disminuir o interferir esa señal. Los médicos con conocimientos sobre el tema prescriben una combinación de psicoterapia para aliviar el dolor y sobrellevar la vergüenza y de terapia hormonal o con fármacos neurotransmisores para tratar los nervios; a ello se suma a veces una intervención mecánica. Algunos pacientes reciben bloqueos nerviosos anestésicos con el fin de silenciar el nervio dorsal o el complejo pudendo completo. Sin embargo, estos bloqueos tienden a desaparecer con el tiempo y las inyecciones pueden resultar dolorosas.

En la consulta de Waldinger, el síndrome se ha tratado con cierto éxito mediante equipos de estimulación transcutánea de los nervios. Esta técnica consiste en enviar señales eléctricas a los nervios a través de la piel. Para ello se cubren los genitales femeninos de cables. Goldstein, por su parte, deriva a algunos de sus pacientes a un hospital de Michigan para una operación quirúrgica de más de 60.000 dólares. La intervención consiste en la implantación de una especie de marcapasos cerca de las nalgas del paciente, con el que se envían al sacro señales eléctricas controladas. Ambos tratamientos están diseñados para interferir la señal nerviosa errónea. Otros remedios ensayados en pacientes son la toxina botulínica, el tratamiento electroconvulsivo o la cirugía para aspirar y sellar quistes en la parte inferior de la columna, una afección que Barry Komisaruk, neurocientífico conductista de la Universidad Rutgers, ha relacionado en fecha reciente con el síndrome que nos ocupa.

El tratamiento de cada afectado supone, en cierta medida, un experimento, puesto que ninguna intervención se ha mostrado eficaz para la mayoría de los casos. Por ello, los médicos tienen que adoptar un enfoque empírico, teniendo en cuenta la historia y los síntomas particulares de cada individuo. Por otro lado, la vergüenza y la cultura constituyen una barrera para una investigación clínica exhaustiva. No está claro si la creencia cultural de que las mujeres no deben excitarse con frecuen-

¿Hay tratamiento?

Por ahora no se conoce ninguna cura definitiva para el síndrome de la excitación sexual persistente. De momento, se apuesta por la combinación de una psicoterapia para aliviar el dolor y los trastornos psíquicos y una terapia hormonal o con fármacos neurotransmisores con el fin de tratar las posibles alteraciones de los nervios periféricos. Un hospital de Michigan ofrece la única intervención quirúrgica existente hasta hoy: consiste en implantar un dispositivo que emite señales eléctricas controladas al sacro, cerca de la nalga del paciente.

cia influye en que muchas más mujeres que hombres estén diagnosticadas con el síndrome de la exitación persistente. Otra razón de esa tendencia podría estribar en que ellas explican más sus síntomas al médico. Los varones que presentan el síndrome suelen sentir vergüenza al relatarle su malestar, ya que se supone que el deseo sexual es «masculino». Incluso el marido de Sally, que sentía un gran amor por ella, mostraba dificultades para conciliar la enfermedad de su mujer con sus viejas ideas sobre la sexualidad femenina. Le preocupaba, comenta Sally, que no fuese «suficiente hombre para ella» y que ella quisiese acostarse con otros. También se quejaba de que no lo cuidaba como una esposa debería. Discutían mucho.

Sally todavía sufre el síndrome de excitación sexual persistente. Desde que es paciente de Goldstein, ha probado una serie de tratamientos con poco éxito: hormonas, psicoterapia y bloqueos nerviosos, entre otros. Al final, se sometió a la operación quirúrgica en Michigan. Al parecer, la intervención la ha ayudado. Puede nadar, practicar zumba e incluso conducir sin sentir dolor. Solo el tiempo dirá si la mejoría persiste. ★

PARA SABER MÁS

Persistent genital arousal disorder in women: Case reports of association with anti-depressant usage and withdrawal. Sandra R. Lieblum y David Goldmeier en *Journal of Sex & Marital Therapy*, vol. 34, n.º 2, págs. 150-159, 2008.

Persistent genital arousal disorder associated with functional hyperconnectivity of an epileptic focus. F. Anzellotti et al. en *Neuroscience*, vol. 167, n.º 1, págs. 88-96, abril de 2010.

Stronger evidence for small fiber sensory neuropathy in restless genital syndrome: Two case reports in males. Marcel D. Waldinger et al. en *Journal of Sexual Medicine*, vol. 8, n.º 1, págs. 325-330, enero de 2011.

Prevalence of sacral spinal (tarlov) cysts in persistent genital arousal disorder. Barry R. Komisaruk y Huey-Jen Lee en *Journal of Sexual Medicine*, vol. 9, n.º 8, págs. 2047-2056, agosto de 2012.

EN NUESTRO ARCHIVO

El orgasmo femenino: un vestigio de la evolución. Philippe Ciofi en *MyC* n.º 22, 2007.

Orgasmo y cerebro. Elisabeth Stachura en *MyC* n.º 44, 2010.



CORTESÍA DE ADAM VOORHES / «MALFORMACIONES»

Cerebro sin pliegues

El fotógrafo Adam Voorhes se topó con un centenar de cerebros olvidados en el trastero de la Universidad estatal de Texas. Decidió retratarlos. De esa casualidad nació la serie de instantáneas que recoge su libro *Malformed: Forgotten brain of the Texas State Mental University* («Malformados: Cerebros olvidados en el Hospital Mental estatal de Texas»). Algunos cerebros son excepcionalmente grandes o pequeños; otros presentan tumores o una coloración extraña; alguno carece de pliegues (*imagen*). Todos pertenecían a pacientes que murieron en el Hospital estatal de Texas a partir de 1950. Aunque poco se sabe de esos enfermos. Tan solo las etiquetas adheridas a los recipientes de cristal revelan la dolencia que sufría la persona fallecida. La edad, el sexo o el motivo de la muerte se desconocen, pues, con el transcurrir de los años, se han perdido los historiales médicos. Tampoco se sabe nada acerca del cerebro que aparece sobre estas líneas. Su aspecto solo indica que el paciente sufría lisencefalia, malformación genética en la que la corteza cerebral no exhibe los típicos pliegues. Esta anomalía cortical se debe a un desarrollo alterado del cerebro y puede presentarse con diferentes estados de gravedad. Los niños con lisencefalia tienen una esperanza de vida de pocos meses o años. También padecen importantes limitaciones intelectuales; algunos incluso se quedan estancados en la fase de desarrollo de un bebé. En el caso del paciente al que pertenecía el cerebro aquí mostrado, se desconoce cuán grave era su enfermedad.

Movimiento imaginario

Con pocas indicaciones se puede engañar al cerebro para que perciba movimientos inexistentes

STEPHEN L. MACKNIK Y SUSANA MARTINEZ-CONDE



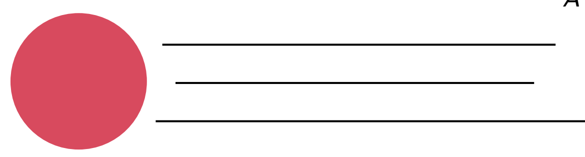
AP PHOTO / VESA RANTA

En agosto de 2014, Nanami Nagura, alias Siete Mares, hizo su entrada a escena en Oulu, Finlandia, para lo que parecía una exhibición de artes marciales. Se despojó de la capa que la cubría, lució su kimono e hizo gesto de desenvainar una katana. Después, trazó sobre la multitud un amplio arco apuntando con un dedo y gritó con todas sus fuerzas: «¡Os voy a matar!».

Le siguió una explosión de luz y sonido. Con las primeras notas de *Brigde burning*, de los Foo Fighters, Nagura trocó su imaginaria espada por una imaginaria guitarra de rock duro. Mientras su mano izquierda pulsaba en los trastes, su brazo derecho ejecutaba molinetes al estilo de Townshend, el ex guitarrista de The Who. Como poseída por el fantasma de Jimi Hendrix, corría y brincaba por el escenario, arrastrada por su instrumento y con sus trenzas negras volando de un lado a otro. De espaldas al público, doblada hacia atrás hasta poder mirarlos, Nagura tocó la guitarra por encima de su cabeza. La exhibición fue agotadora, pero valió la pena: Siete Mares ganó la edición de 2014 del codiciado campeonato mundial Air Guitar, en el que los concursantes compiten por ser el mejor tocando una guitarra imaginaria. Nagura, de 19 años, había alcanzado la fama.

Pero ¿cómo pudo el público percibir que blandía primero una espada y después una guitarra, si ninguna de las dos existía en realidad? La ilusión podría haber sido todavía más vigorosa si hubiera optado por una puesta en escena más tradicional: sentada en una silla, con un pie en un escabel y las manos puestas en ademán de sujetar una guitarra clásica española al estilo de Andrés Segovia. Aun así, su insólita ejecución ofrecía múltiples indicios que permitieron a los espectadores imaginarse una guitarra sólida moviéndose entre sus manos. Dicho de manera sencilla, Nagura actuó como una estrella del rock, con todos los detalles: escenario, iluminación y música... pero sin guitarra.

El cerebro es capaz de inferir gran cantidad de información a partir de unos pocos indicios. Entre los más clásicos ejemplos de esta facultad tenemos el movimiento implícito, es decir, la percepción de movimiento donde no existe. Basta dibujar una bola con tres líneas horizontales justo a la derecha de su contorno (*A*) para que nos parezca que el objeto está volando por el aire.



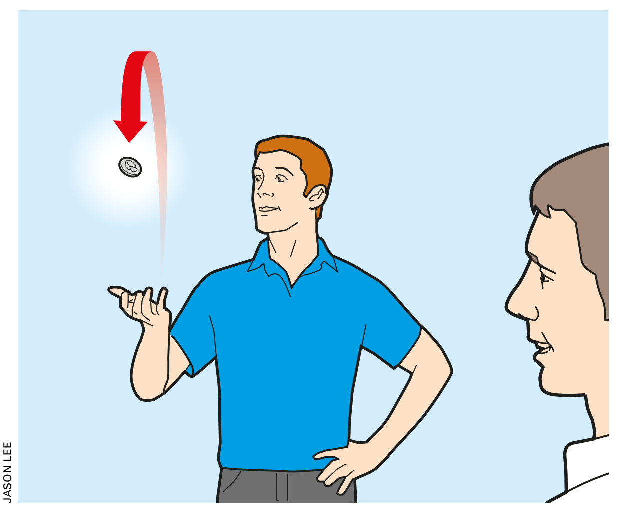
Veamos otros ejemplos de la notable facultad del cerebro para reconocer movimiento a partir de unas sencillas pistas.

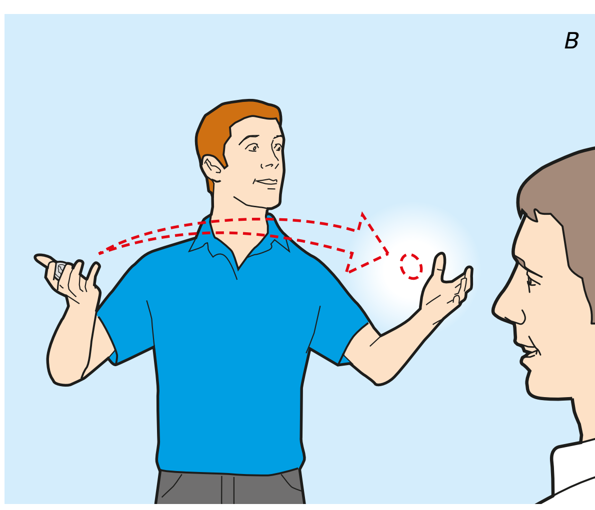
Pase mágico

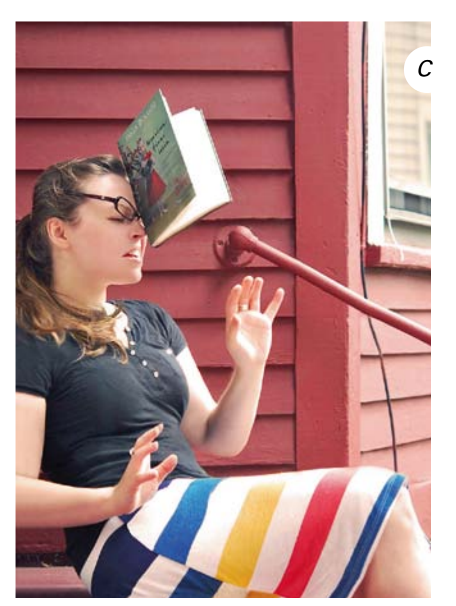
Existen unos cuantos juegos de magia que se valen de la propensión de nuestro cerebro para percibir el movimiento a partir de unas pocas indicaciones. El psicólogo y mago Gustav Kuhn, por entonces en la Universidad de Durham, estudió la ilusión de la desaparición de la bola. En ella, un ilusionista lanza una pelota al aire, la cual desaparece a medio vuelo. Para lograr dicho efecto, el mago arroja primero la bola varias veces hacia lo alto y la recoge con la mano. En el momento de provocar la ilusión hace ademán de lanzarla de nuevo, pero en realidad la mantiene oculta en la mano. No obstante, muchas personas «ven» cómo la inexistente bola se eleva por los aires y de repente se esfuma.

Kuhn y Michael F. Land, de la Universidad de Sussex, descubrieron que el truco funciona, en parte, porque la cabeza y los ojos del mago hacen el gesto de seguir el falso lanzamiento. En ese momento, los espectadores no miran directamente hacia la bola. Los investigadores llegaron a la conclusión de que siguen la hipotética trayectoria solo con la atención periférica.

En 2011, colaboramos con Jie Cui y Jorge Otero Millán, a la sazón en el Instituto de Neurología Barrow, y Mac King, reconocido mago y humorista de Las Vegas, para









KAIJA STRAUMANIS

investigar la ilusión de la desaparición de una moneda (*B*). La técnica que King utiliza en este juego de manos es legendaria en el mundo de la magia. Después de lanzar y recoger la moneda un par de veces, finge tirarla de derecha a izquierda, pero la sujeta oculta en su mano derecha para que no vuele. Dos o tres segundos después, abre la mano izquierda y, ¡abracadabra!, la moneda, que los espectadores acaban de ver zumbando por el aire ha desaparecido.

Una de las razones por las que las sugerencias de este movimiento implícito se imponen al sistema visual reside en que la cinemática del lanzamiento y la recepción que el mago finge se halla muy próxima a la realidad. En nuestro laboratorio lo comprobamos con unos vídeos que proyectamos a una serie de probandos. En uno de ellos, King «recogía» la moneda imaginaria 235 milisegundos después del falso lanzamiento; en otro, asía la pieza 269 milisegundos tras haberla lanzado. Los 34 milisegundos de diferencia resultaban imperceptibles para el sistema visual de los espectadores.

También hallamos que la ilusión resultaba igual de vigorosa tanto si los observadores veían el rostro del mago durante el lanzamiento como si no. Ello revela que las pistas sociales (la dirección de la mirada del artista) desempeñaban un papel menos importante en esta ilusión que en la de Kuhn (la desaparición de la bola). En pocas palabras, todo cuanto el cerebro del observador necesitaba para recrear la moneda era la acción que King sugería con las manos.

Colisiones ficticias

Todos los magos y guitarristas mímicos se valen de ademanes para inducir la ilusión de movimiento sobre objetos imaginarios. Pero, como cualquier lector de tebeos de superhéroes bien sabe, una imagen estática puede originar la idea de acción. Kaija Straumanis, fotógrafa y editora en Open Letter Books de la Universidad de Rochester, decidió producir 365 autorretratos en los que recibe el impacto de objetos diversos en la cara. Con gran inteligencia, preparó golpes ficticios mediante una serie de fotografías, entre ellas, unas en las que apoyaba la cabeza contra algún objeto. A continuación, retocaba las instantáneas mediante un programa de ordenador que combinaba imágenes. Las versiones definitivas muestran a la joven —sorprendida unas veces, impertérrita otras— justo en el momento de recibir el impacto ficticio (*C* y *D*).

Las imágenes contienen numerosas pistas que sugieren movimiento a nuestro sistema visual. Vemos que la mejilla izquierda de Straumanis se aplasta al absorber su rostro el golpe de la pelota roja de goma. El choque provoca que un mechón de su cabello se despeine y que sus gafas, de montura oscura, queden descolocadas por encima de su nariz. Además de poner en marcha los circuitos neurales para la percepción del movimiento, el efecto activa el sistema de las neuronas espejo, las cuales nos capacitan para imaginar lo que otras personas experimentan [*véase* «Neuronas espejo», por G. Rizzolatti, L. Fogassi y V. Gallesi; Investigación y ciencia, enero de 2007]. Aunque sabemos que la fotógrafa no sufrió lesiones, al ver las imágenes resulta difícil reprimir un «¡ay!».




LOS AUTORES

Stephen L. Macknik y *Susana Martinez-Conde* son profesores de oftalmología en el Centro Médico de la Universidad estatal de Nueva York.

Movimiento implícito

La neurociencia ha empezado a revelar cómo el cerebro procesa el movimiento implícito, a saber, grupos de neuronas de áreas específicas codifican ciertas percepciones. Cuando un grupo de neuronas entra en actividad, experimentamos unas sensaciones; si se excita un grupo neuronal diferente, sentimos otras sensaciones. Tal sistema permite que el cerebro atribuya significado a objetos y acontecimientos, incluso cuando unas cuantas señales dispersas sugieren el concepto en cuestión.

En el año 2000, el neurocientífico Carl Senior, entonces en el King's College de Londres, y sus colaboradores, explicaron lo que ocurre en el cerebro cuando vemos objetos reales en auténtico movimiento y no meras representaciones estáticas de objetos móviles. El área cerebral temporomedial (MT, por sus siglas en inglés), que procesa la dirección de objetos en movimiento real, respondía también a representaciones de la movilidad, fuesen explícitas o implícitas. Es decir, las neuronas de la MT no solo reaccionaban al movimiento de una pelota que estuviera moviéndose hacia la izquierda, sino también al dibujo de una pelota con trazos paralelos contiguos que sugerían su desplazamiento. Incluso respondían al enunciado oral de que la bola se movía.

Basándose en experiencias anteriores con este tipo de representaciones, el cerebro determina que las líneas indican la difuminación retinal que provoca un avance rápido. En una fotografía, cierto grado de desenfoque, como el de la imagen de un huevo que revienta (*E*), provoca el mismo efecto. Ese conocimiento activa una constelación de neuronas, entre ellas, las que responden a objetos en auténtico movimiento. ★

PARA SABER MÁS

The functional neuroanatomy of implicit-motion perception or «Representational momentum». C. Senior et al. en *Current Biology*, vol. 10, n.º 1, págs. 16-22, 1 de enero de 2000.

Remembering visual motion: Neural correlates of associative plasticity and motion recall in cortical area MT. Anja Schlack y Thomas D. Albright en *Neuron*, vol. 53, n.º 6, págs. 881-890, 15 de marzo de 2007.

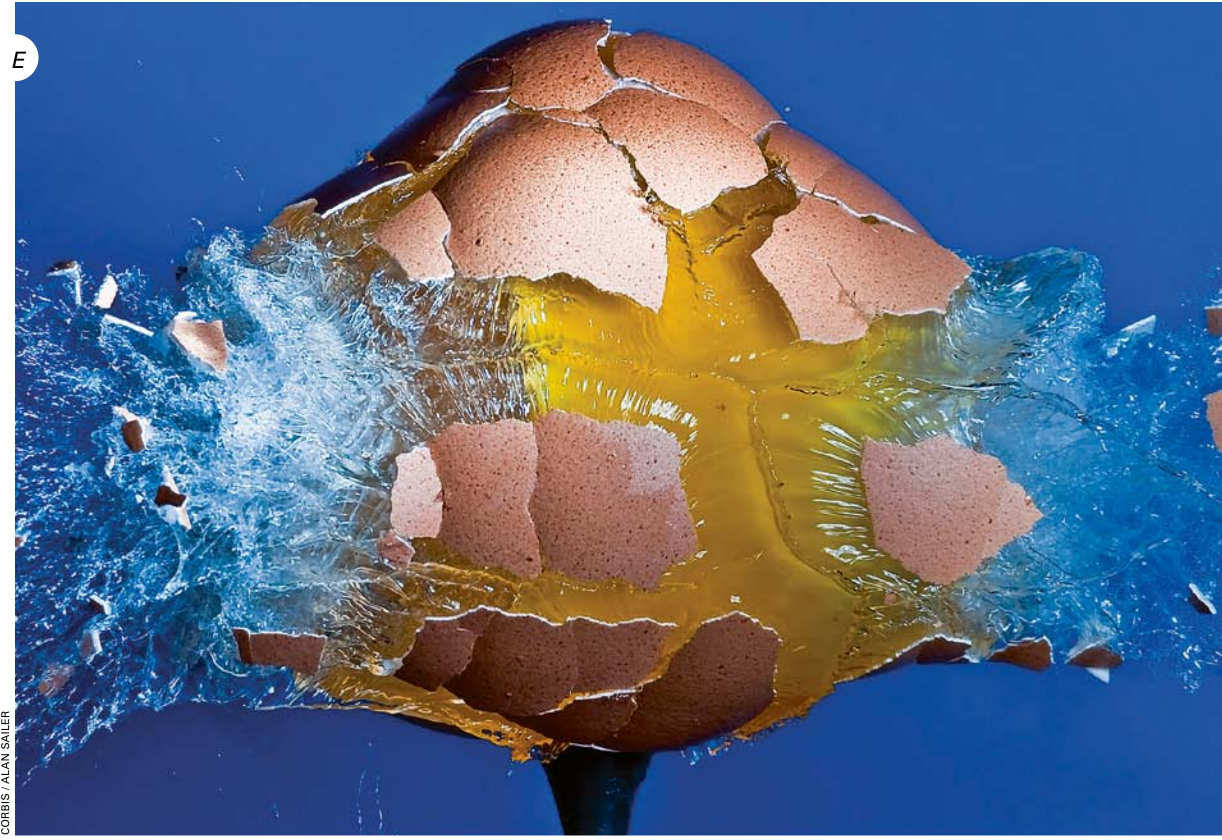
Towards a science of magic. Gustav Kuhn, Alym A. Amlani y Ronald A. Rensink en *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 12, n.º 9, págs. 349-354, septiembre de 2008.

Attention and awareness in stage magic: Turning tricks into research. Stephen L. Macknik et al. en *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 9, págs. 871-879, noviembre de 2008.

Social misdirection fails to enhance a magic illusion. Jie Cui et al. en *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 5, art. 103. Publicado en línea en 29 de septiembre de 2011.

EN NUESTRO ARCHIVO

De cómo el cerebro percibe el movimiento. Pascal Wallisch en *MyC* n.º 47, 2011.



CORBIS / ALAN SAILER

Marc Jeannerod, pionero de las ciencias cognitivas

Desde los años sesenta del siglo pasado, el neurofisiólogo Marc Jeannerod contribuyó al avance de las neurociencias. Sus trabajos sobre la visión no consciente, la acción y la autoconsciencia han permitido precisar el funcionamiento del cerebro

FRÉDÉRIQUE DE VIGNEMONT Y PIERRE JACOB



ISTOCK

El neurofisiólogo Marc Jeannerod sostenía que el sistema visual consta de dos vías principales: una consciente y otra inconsciente.

Marc Jeannerod, de formación fisiólogo, ha constituido uno de los pilares de las ciencias cognitivas en Francia y en el mundo. Protagonista de la «revolución de las neurociencias» de los años sesenta, falleció el 1 de julio de 2011 a la edad de 75 años. Su carrera de investigador comenzó a mediados de los años sesenta en el laboratorio de Michel Jouvert, profesor emérito de la Universidad de Lyon, quien descubrió las fases del sueño paradójico. En esa época, Jeannerod se interesó por el enigma de los movimientos oculares durante el sueño (REM, por sus siglas en inglés), los cuales acontecen sin necesidad de un estímulo exterior. Este fenómeno revelaba la existencia de una actividad motora endógena.

Tal observación le dio pie para, junto con los defensores de la revolución cognitiva, rechazar el modelo conductivista que concebía la acción como una respuesta a una señal del entorno. De esta forma se convirtió en un pionero de las neurociencias cognitivas de la acción. Defendía con fervor que el movimiento voluntario se basaba en la primacía de la interioridad del agente, es decir, quien actúa no experimenta de manera pasiva los embates impuestos por el entorno, sino que, mediante su actividad impone una intención al ambiente que le rodea. Los movimientos espontáneos se originan en el cerebro.

Ello abría un camino experimental para el estudio de los procesos cerebrales. Jeannerod centró su investigación en tres temas principales: el modelo del sistema visual de doble vía en los humanos, el modelo tripartito de la intencionalidad compartida y la aproximación experimental de la autoconsciencia.

En síntesis: Tres flancos de interés

1 El neurofisiólogo Marc Jeannerod (1925-2011) está considerado una de las figuras más destacadas en la evolución de las neurociencias a lo largo de los últimos cincuenta años.

2 Se centró en la investigación del sistema visual, la acción y la autoconsciencia. Se convirtió en pionero de la neurociencia cognitiva de la acción.

3 Sus trabajos han permitido ahondar en el conocimiento de ciertas psicopatologías. Sobresale su contribución al estudio de diversos síntomas de la esquizofrenia.

El sistema visual de doble vía

La mayoría de los filósofos han tendido desde siempre, incluso en el siglo xx, a asimilar la visión a la consciencia visual del mundo. Jeannerod rechazaba esa idea. También creían en una relación constitutiva entre el contenido de las experiencias visuales y el control de los actos. Algunos filósofos defendían una teoría sensomotriz de la visión, según la cual ver significa actuar.

Tal concepción de la visión ha sido puesta en tela de juicio por el modelo del sistema visual de doble vía, del cual Jeannerod es uno de los principales artífices. Según el modelo anatómico que propuso, existen dos rutas para la visión: la vía ventral (del «qué») y la dorsal (del «cómo»). Su modelo funcional se apoya en una distinción entre los tratamientos semántico y pragmático de la información visual. El primero tiene por finalidad el reconocimiento y la categorización del objeto percibido, y se halla asegurado por la vía ventral, la cual constituye el manejo consciente de las informaciones visuales.

El tratamiento pragmático, que se encuentra al servicio del acto de prehensión de los objetos y se vale de la vía dorsal, permite interactuar con los objetos de forma automática, no consciente. A partir de 1970, Jeannerod demostró que los dos sistemas de la percepción visual y de la acción guiada por la mirada transcurrían de manera independiente; incluso se encontraban disociados en algunas personas, estuvieran sanas o no.

El estudio de la paciente A.T. le resultó revelador. La mujer sufría el síndrome de ataxia óptica como consecuencia de una lesión bilateral de la corteza parietal. No era capaz de asir los objetos de los que poseía una perfecta consciencia visual. En cambio, ciertos individuos con una lesión occipital (en la sede de las áreas visuales) pueden señalar con el dedo los objetos luminosos que se hallan en la parte ciega de su campo de visión, incluso cuando no son conscientes de verlos. La disociación entre ambos sistemas se da también en personas sanas.

Ver sin ver

Los humanos somos capaces de indicar con el dedo índice los desplazamientos de un objeto luminoso aun siendo visualmente inconscientes de ellos. Como describió Jeannerod a propósito de una paciente con agnosia visual: «[Su] mano "reconocía" un objeto que su mente no reconocía».

El modelo de sistema visual de doble vía ha sido también defendido en fecha más reciente por Melvyn Goodale y David Milner, de las universidades de Ontario occidental y de Durhan, respectivamente. Pero Jeannerod, a diferencia de estos dos neurocientíficos, no consideraba que el tratamiento semántico fuese solo vehiculado por la vía ventral y que el pragmático depen-




LOS AUTORES

Frédérique de Vignemont y Pierre Jacob investigan en el Instituto Jean Nicod de París, del Centro Nacional de Investigación Científica de Francia.

diera en exclusiva de la ruta dorsal. Insistió en el papel que desempeña una parte de la vía dorsal, la corteza parietal inferior, en el tratamiento visual de alta precisión. No es lo mismo agarrar un recipiente vacío o atrapar una pelota de tenis que asir el mango de un martillo o sostener un violín. Estas últimas tareas requieren un manejo de la información visual más complejo, en el que también participa el lóbulo parietal inferior izquierdo. Si se lesiona, los sujetos se muestran incapaces de tomar consciencia de los estímulos en una parte de su campo visual.

Las tres facetas de la acción

Jeannerod no solo descubrió la naturaleza dual de la visión; también propuso un modelo tripartito de la acción. Si sentimos o vemos el movimiento de nuestro cuerpo, sabemos que nos movemos. Este conocimiento es periférico y posterior al inicio de la acción. Sin embargo, no tenemos necesidad de actuar para saber qué queremos hacer. En otras palabras, las informaciones sensoriales no son suficientes para la integridad del conocimiento de la acción, la cual depende también de la intención de actuar. Jeannerod aplicaba la palabra «acción» en un sentido más amplio que el referido a los movimientos que ejecuta una persona (agente). En toda acción voluntaria o espontánea distinguía una dimensión manifiesta y otra enmascarada: la primera se refiere a la ejecución; la segunda, a la representación que el sujeto hace de su acción. Aunque ambas dimensiones forman una continuidad, existe una asimetría fundamental entre ellas: toda acción voluntaria realizada implica una representación previa. Si el sujeto modifica su objetivo inicial porque le ha surgido un imprevisto, puede abstenerse de llevar a cabo esa acción, la cual pasa a un estado «enmascarado», es decir, la representación mental no se traduce en una acción.

Con el objetivo de dejar patente esa continuidad asimétrica, Jeannerod desarrolló la noción de simulación motriz. Cuando se ejecuta una acción, nuestro sistema motor recibe las instrucciones y provoca las correspondientes contracciones musculares. Por el contrario, cuando se simula la acción, el sistema motor se utiliza fuera del circuito y mecanismos inhibidores reprimen la acción. Según Jeannerod, la simulación motriz constituye el mecanismo cognitivo que engendra una representación motora de la acción cuando la llevamos a cabo, pero también cuando nos imaginamos que la efectutamos. En ambos casos nos formamos la misma representación. Por ello, la simulación de la acción y su ejecución presentan numerosos puntos en común.

El nacimiento de las ciencias cognitivas

Marc Jeannerod (1925-2011) impartió fisiología en la Universidad Claude Bernard de Lyon. Investigador en el Instituto Nacional de la Salud y la Investigación Médica (INSERM, por sus siglas en francés) desde 1968, dirigió el laboratorio de neurofisiología experimental y la Unidad de Visión y Motricidad antes de ser nombrado en 1998 director del Instituto de Ciencias Cognitivas del Centro Nacional para la Investigación Científica de Lyon (CNRS), cargo que mantuvo hasta su jubilación en 2003. Un año antes fue elegido miembro de la Academia de Ciencias.

A finales de los sesenta visitó durante un año el laboratorio del fisiólogo José Pedro Segundo, de la Universidad de California en Los Ángeles. Allí descubrió métodos para registrar la actividad de neuronas aisladas y técnicas informáticas para el tratamiento de las señales neuronales. En la misma época, a caballo entre la neurología y la psiquiatría, participó junto con el psiquiatra Henry Hécaen (1912-1983) y el fisiólogo Hans Lukas Teuber (1916-1977) en la estructuración de la neuropsicología como disciplina científica.

En 1995 se creó el primer esbozo de lo que llegaría a convertirse en el Instituto de Ciencias Cognitivas de Lyon. Se trataba de una pequeña unidad interdisciplinar del CNRS denominada «Planteamiento modular de los procesos cognitivos: memoria, lenguaje y acción».


DOMINIO PÚBLICO

Jeannerod sostenía que las ciencias cognitivas estaban diseñadas para ocupar el espacio entre las ciencias naturales y las humanas y sociales. Fue muy tenaz frente a la resistencia institucional de reunir bajo un mismo proyecto investigaciones procedentes de ambas disciplinas. En febrero de 1998, una cincuentena de investigadores en ciencias cognitivas se habían formado en un nuevo edificio situado junto a los hospitales psiquiátrico y neurológico de Bron.

Por desgracia, la interdisciplinaridad que había presidido la creación del Instituto de Ciencias Cognitivas de Lyon no ha resistido a la sustitución de Jeannerod como director. Este instituto se ha dividido en dos unidades de investigación dependientes del CNRS.

Cuando llevamos a cabo alguna tarea cambian ciertos parámetros fisiológicos, entre ellos, el ritmo respiratorio y la actividad muscular. Estos también se modifican si nos imaginamos la acción. Dicho de otro modo, la imaginación motriz respeta las características físicas y cinemáticas del cuerpo y de la acción. Por ejemplo, la duración de una simulación se corresponde con la realización y la precisión del movimiento. Por ello, no sorprende que la representación mental de ciertas acciones mejore su ejecución.

La simulación motora también influye en la observación de una acción ejecutada por otra persona. En los años noventa, un equipo de investigadores de la Universidad de Parma dirigidos por Giacomo Rizzolatti descubrió en la corteza premotora de primates no humanos la existencia de neuronas espejo [*véase* «Neuronas espejo», por G. Rizzolatti, L. Fogassi y V. Gallese; Investigación y Ciencia, enero de 2007]. Estas células se activan, por ejemplo, cuando un individuo ve a otro tomar un objeto. Mediante técnicas de neuroimagen se ha confirmado la existencia de este mecanismo: un área cerebral del observador refleja la misma actividad que experimenta la región correspondiente en el cerebro del agente. En palabras de Jeannerod: el agente y el observador forman parte de la misma representación motriz de la acción. Pero, si es así, ¿cómo puede distinguirse la acción propia de la ajena?

Jeannerod calificó de «desnudas» esas representaciones idénticas cuando se toma un objeto o cuando se observa que otra persona lo agarra: describen el tipo de acción pero no su autor. Debido a la existencia de representaciones compartidas entre uno mismo y otra persona, es posible confundir la acción percibida con la efectuada, y la de otra persona con la propia. Jeannerod propuso un mecanismo que reconocía el agente: el sistema «quién». Este permite tener consciencia de sí mismo como autor de las acciones (noción de agentividad).

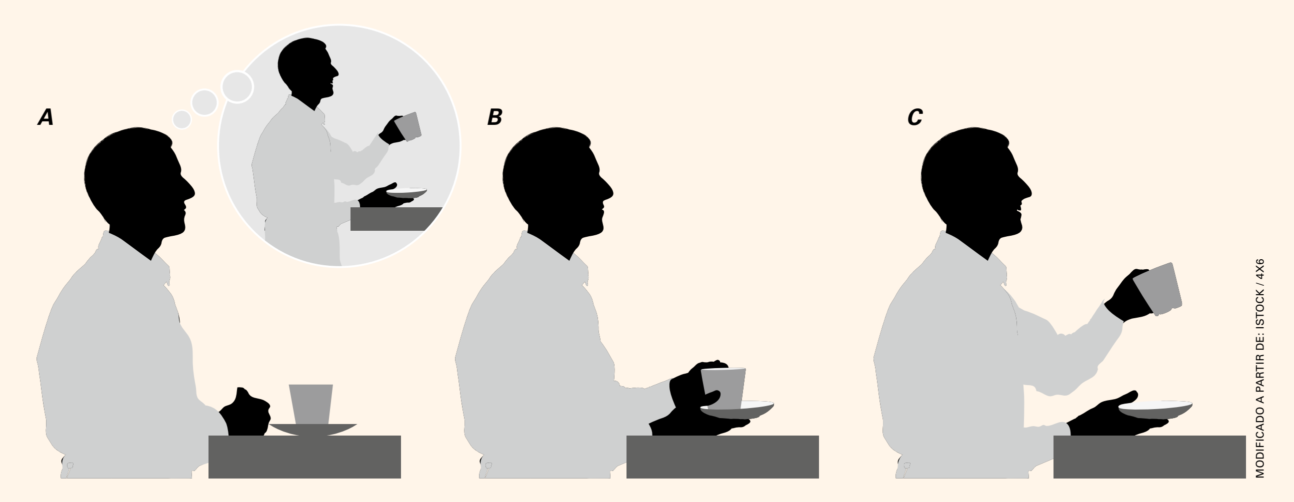
¿Sobre qué indicios se apoya el sistema «quién»? Durante la ejecución de un acto, el mecanismo motor del agente no solo envía instrucciones a los músculos; también transmite una copia de esas mismas órdenes a un «comparador central». Esta copia eferente que se emite cuando se actúa sería uno de los índices fundamentales que permiten saber quién lleva a cabo la acción.

Cuando un agente toma a voluntad una taza de una mesa que tiene delante, modifica de manera espontánea su propio entorno sensorial; es capaz de predecir que, tras asir la taza, su sistema visual ya no la representará posada sobre la mesa sino por encima de esta. Según la teoría de los modelos internos de la acción, solo el agente (no el observador) dispone de una copia eferente de su instrucción motriz y solo él (no el observador) puede a la vez predecir las consecuencias sensoriales de sus acciones y compararlas con las informaciones que le transmiten sus sentidos. ¿Es infalible este conocimiento de nuestras acciones? Podría creerse que no podemos dudar de que somos la persona que está a punto de actuar. Jeannerod demostró, basándose en una serie de experi-

Visión consciente e inconsciente

Dos circuitos cerebrales se encargan de las informaciones visuales. Cuando el tratamiento exige el reconocimiento de un objeto (una pelota de tenis) se activa la vía ventral (*A; rojo*). Por el contrario, cuando se trata de alcanzar una pelota, interviene la vía dorsal (*azul*), que permite localizar los objetos (*B*). La vía ventral conforma la ruta de la atención consciente, mientras que la vía dorsal es más «automática», por lo que el tratamiento resulta inconsciente.





Modelo del comparador central

El control de la acción se basa en comparar el estado deseado con el real. En caso de discordancia, se rectifica el movimiento. Cuando se ejecuta una acción, el sistema motor envía una orden a los músculos y una copia de esta a un centro cerebral que compara los datos que recibe con las informaciones sensoriales, de manera que comprueba si el movimiento se corresponde con la orden. La copia y las informaciones codifican las mismas propiedades, es decir, la configuración final de la acción. Si esta no se completa, el sistema se reactiva y la acción se corrige.

Por ejemplo, cuando un sujeto se dispone a asir una taza (*imagen*), una copia eferente de la orden (*A*) le permite saber si la acción efectuada corresponde a esa orden. Sabe que cuando haya tomado el recipiente, este ya no se encontrará sobre la mesa (*B*), sino por encima de ella (*C*).

¿Por qué simulamos las consecuencias sensoriales de nuestros movimientos? Sería posible notificar solo las informaciones sensoriales consecutivas a una acción para determinar si esta es correcta o debe ser corregida. Pero este modelo presenta varias ventajas. Gracias a la anticipación, el supuesto resultado del acto puede utilizarse incluso antes de que las informaciones sensoriales resulten accesibles, lo cual permite un control rápido de la acción.

Por otra parte, el control de la acción se efectúa de todas formas, pues permite llevar a término el acto incluso si las condiciones de ejecución son perturbadas después de ponerse en marcha. Finalmente, un modelo de predicción y corrección de errores facilita el aprendizaje motor. Sin embargo, en las situaciones peligrosas o difíciles, el control de la acción a partir del modelo interno no resulta suficiente. Es el caso de cuando debemos resistir una fuerte tentación o un hábito. En estas situaciones se requiere ejercer un control cognitivo de la acción de mayor grado, lo que incluye la planificación a largo plazo, la resolución de problemas y el aprendizaje.

mentos sobre la noción de agentividad, que lo que parece una certeza no lo es.

La autoconsciencia

En su investigación, proyectó a los sujetos un movimiento que iban a efectuar de inmediato y uno desplazado en el tiempo o el espacio. Les preguntó si se trataba de su propia acción. Los probandos no mostraron ninguna dificultad cuando la diferencia con la propia acción era marcada, pero cuando esa disimilitud no resultaba tan neta, se equivocaban y se atribuían movimientos que no habían efectuado. Los resultados llevaron a Jeannerod a describir ciertos síntomas de la esquizofrenia, en concreto, el delirio de control y las alucinaciones auditivas, como trastornos del sistema «quién».

El psicólogo Pierre Janet (1859-1947) había sostenido la hipótesis de que los esquizofrénicos sufren un trastorno de la consciencia de sí mismos: este oscila entre un exceso y una ausencia de atribuciones a su propia persona. Es decir, las personas con esquizofrenia se apropian de las experiencias de los otros y viven las propias como si fueran ajenas. En este último caso, asignan sus experiencias a otro individuo o perciben un sentimiento de vacío a causa de su incapacidad de atribuirse ciertos actos, según explicaba Janet.

Errores de atribución

Las teorías contemporáneas de la esquizofrenia, entre ellas la aún vigente de Jeannerod, sostienen que en las alucinaciones auditivas, el afectado oye voces porque se

Para Jeannerod, la esquizofrenia era el resultado de una confusión entre uno mismo y el otro

habla a sí mismo sin tener consciencia de ello; percibe su propia voz como si viniera del exterior. De hecho, se sabe que durante las alucinaciones auditivas existe una actividad subvocal a nivel de la musculatura de la laringe. Por ello, la alucinación debe considerarse como una acción que escapa al sujeto, no como un trastorno de la percepción.

Lo mismo sucede con el delirio de influencia o control que sufren los esquizofrénicos. El paciente tiene la impresión de que sus movimientos son teledirigidos y no corresponden a sus propias intenciones. Por el contrario, en un delirio megalomaníaco, el sujeto puede creerse autor de acciones que ejecutan otros. En breve, los errores de atribución no suceden siempre en el mismo sentido. Estos síntomas se explican, en parte, por un fallo del comparador central que confronta la copia eferente y las consecuencias sensoriales de la acción. De este modo, la esquizofrenia se interpreta como el resultado de una confusión entre el sí mismo y el otro.

Jeannerod, considerado testigo y actor principal de la revolución cognitiva, ha protagonizando, gracias a sus investigaciones, medio siglo de la historia de las neurociencias. ★

PARA SABER MÁS

Le cerveau intime. M. Jeannerod. Odile Jacob, 2002.

Ways of seeing. P. Jacob y M. Jeannerod. Oxford University Press, 2003.

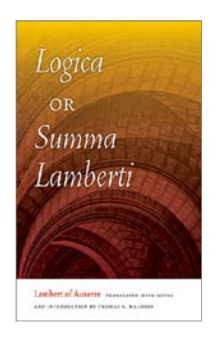
Le cerveau volontaire. M. Jeannerod. Odile Jacob, 2009.

La fabrique des idées. Marc Jeannerod. Odile Jacob, 2011.

EN NUESTRO ARCHIVO

Alucinaciones acústicas. Bettina Thränhardt en *MyC* n.º 26, 2007.

Las alucinaciones: entre los sueños y la percepción. Alexandre Lehmann y Juan C. González en *MyC* n.º 37, 2009.



LOGICA OR SUMMA LAMBERTI

Traducción del latín al inglés con notas e introducción de Thomas S. Maloney

University of Notre Dame Press, Notre Dame, 2015

Razonar

Lógica medieval

La lógica medieval, se repite de manera acrítica, depende de Aristóteles (384-322 a.C.), creador de la disciplina. Los tratados de lógica del estagirita integran el *Organon*, el primer estudio sistemático de las leyes de pensamiento para la adquisición de conocimiento. Comprendía las *Categorías* o *Predicamentos, De interpretatione* (sobre el juicio), *Primeros analíticos* (sobre el silogismo), *Segundos Analíticos* o *Analíticos Posteriores* (sobre la demostración que conduce a la ciencia), *Tópicos* (sobre la demostración que conduce a una conclusión probable) y las *Refutaciones silogísticas* (sobre los silogismos que conducen al error).

Al estagirita le habían precedido varias aportaciones presocráticas, como la reducción al absurdo de Zenón de Elea, las declaraciones sobre la estructura de las proposiciones y la negación que encontramos en Parménides y Platón o el énfasis puesto por Sócrates en la definición de universal, sin olvidar el cuerpo de técnicas argumentativas propias del razonamiento legal y de las pruebas geométricas.

Aristóteles sostiene que una proposición es un enunciado que implica dos términos, un sujeto y un predicado. La forma lógica de una proposición está determinada por su cantidad (universal o particular) y por su cualidad (afirmativa o negativa). Avanzando un paso, describe las relaciones entre dos proposiciones que contienen los mismos términos en su teoría sobre la oposición y su concepción de la conversión; la oposición describe las relaciones de contradicción y contrariedad; la conversión, la relación de equipotencia e implicación. En el análisis de la forma lógica, oposición y conversión se combinan en silogística, la principal invención de Aristóteles en la lógica. Un silogismo consta de tres proposiciones. Las dos primeras, las premisas, comparten un término e implican lógicamente la tercera proposición, la conclusión, que contiene los dos términos no compartidos de las premisas. El término común de las dos premisas puede ser sujeto en una y predicado en la otra (denominada «figura primera»), predicado en ambas («segunda figura») o sujeto en ambas («tercera figura»).

Aristóteles formuló, además, varias tesis metalógicas, muy notablemente la ley de no contradicción, el principio del tercio excluso y la ley de bivalencia. La lógica medieval depende también del estoicismo. Crisipo (277-205 d.C.) había definido la relación entre antecedente y consecuente de las proposiciones condicionales: «Si *p*, entonces *q*» es verdadero a condición de que *p* sea incompatible con la negación de *q*. Los estoicos formaron la mayoría de las reglas básicas de la inferencia proposicional: *modus ponendo poners, modus tollendo tollens, ponendo tollens* y *tollendo ponens.*

El sistema lógico completo de Aristóteles, el *Organon*, no se conoció en el Occidente cristiano hasta avanzada la Baja Edad Media. Vivía hasta entonces el legado de Boecio (480-525 d.C.), aunque poco a poco fue incorporando doctrinas árabes, como la teoría avicenista de las primeras y segundas intenciones: primeras intenciones son pensamientos sobre la realidad exterior; las segundas son pensamientos sobre pensamientos. Boecio tradujo de Aristóteles *Primeros y Segundos Analíticos,* los *Tópicos* y probablemente los *Razonamientos sofísticos*; comentó sus *Categorías* y el *De interpretacione.* Glosó también la *Isagogé* de Porfirio. Suyas fueron una *Introducción al silogismo categórico*, *Sobre el silogismo categórico*, *Sobre el silogismo hipotético* y *Sobre la división*.

Como figura puente entre la vieja y la nueva lógica, Pedro Abelardo. Los principales temas de los lógicos medievales, aparte de los contenidos en el *Organon*, fueron: los términos sincategoremáticos, las doctrinas sobre la suposición de los términos y problemas insolubles (la paradoja del mentiroso). La lógica medieval desarrolló elementos de la lógica aristotélica que trataban de la sintaxis y la semántica del lenguaje.

A comienzos del siglo XII, Pedro Abelardo compuso *Dialetica*, tratado de lógica donde revisa in extenso la conversión, la oposición, la cualidad y la cantidad. Con la incorporación en el siglo siguiente de nuevos textos de Aristóteles se asiste a la primera fase de la teoría de la suposición, una doctrina elaborada sobre la referencia de los términos y sus propiedades, impulsada por Pedro Hispano, Lambert de Auxerre y William de Sherwood.

La teoría de la suposición se debatirá hasta el comienzo de la Edad Moderna. Había una suposición propia y había modos de suposición personal. La teoría de la suposición propia distinguía entre referencia «personal» a individuos (no necesariamente a personas, pese al nombre), referencia «simple» a especies o géneros y «referencia material» a expresiones habladas o escritas. Por ejemplo, «hombre» en «todo hombre es un animal» presenta una suposición personal; en «hombre es especie» tiene suposición simple y «hombre es un bisílabo» es una suposición material. La teoría de los «modos» de

suposición personal dividía la suposición personal en discreta («Sócrates» en «Sócrates es un hombre»), «determinada» («hombre» en «un hombre es griego»), «confusa y distributiva» («animal» en «todo hombre es animal»).

Nuestro conocimiento de la lógica medieval procede en buena medida de la *Summa,* o *Logica,* de Lambert de Auxerre, las *Introductiones in logicam* de William de Sherwood, el *Tractatus* de Pedro Hispano y las *Summulae dialecticae* de Roger Bacon. De las cuatro, la obra de Lambert ejemplifica las «summas» que procedían por preguntas y respuestas. Lambert de Auxerre o de Lagny fue un dominico cuya *Summa* se convirtió en el texto canónico de la materia en la tradición occidental. Nos han llegado 15 manuscritos de la misma, redactada en el ecuador del siglo y destinada en un principio a los estudiantes de su orden. La *Summa* refleja la labor de un maestro preocupado por la formación actualizada de sus alumnos, que conozcan las últimas tendencias en lógica y comprendan bien las enseñanzas.

La historiografía en torno al autor y su obra se inicia en 1867, cuando Carl Prantl llamó la atención sobre la existencia de lo que él entendía que era una suma de lógica; atribuyó su autoría a un tal Lambert. En 1910, Konstanty Michalski pensaba que Pedro Hispano dependía de Lambert cuando escribió su *Tractatus*, pues hay textos que se repiten *verbatim*. Más tarde, Martin Grabmann abonaba la influencia inversa: Lambert había poco menos que transcrito el *Tractatus* en su *Summa*; lo que no parece cierto porque el *Tractatus* no se conocía en París, cuando la *Summa* ya se enseñaba allí. En 1971, Franco Alessio editó el texto latino sobre el que se basa la traducción presentada aquí. Para Alessio, el autor de la *Summa* es un tal Lambert, nacido en Ligny-le-Châtel, educado en los círculos intelectuales de París, y maestro en artes de la escuela catedralicia de Auxerre, donde era canónigo, cuando los dominicos abrieron allí un convento en 1241 y, al poco, una *schola*. En ese mismo decenio entraría en el convento. Entre 1247 y 1256 se escribió la *Summa Lamberti*. Durante ese período fue también el maestro de Teobaldo, que pronto sería coronado segundo rey de Navarra y quinto conde de Champagne en 1256. Su lógica fue usada en París, sobre todo en la comunidad dominicana. En 1972, L. M. de Rijk publicó una nueva edición latina del *Tractatus* de Pedro Hispano; negó que hubiera relación de la *Summa* de Lambert con el *Tractatus* de Pedro Hispano. En 1977, H. A. G. Braakhuis publicó un estudio sobre las cuestiones semánticas de las *Introductiones in logicam* de William of Sherwood y se explayó en una digresión sobre las opiniones de Lambert sobre el pensamiento de este en torno a la suposición. En 1981, Alain de Libera aportó la primera edición crítica de la parte de la *Summa* de Lambert denominada «De appellatione». En 1985, Georgette Sinkler publicó un estudio comparado de Roger Bacon y Lambert donde señalaba el papel que en sus escritos desempeñaba la *determinatio* en la ambigüedad que da lugar a las falacias de la composición y la división; hoy se supone que son independientes entre sí.

Para Maloney, con los nuevos datos disponibles resulta más verosímil que el autor de la *Summa* sea Lambert de Ligny-le-Chätel. Mientras se ocupaba de la formación de Teobaldo, probablemente en Pamplona (1250-53) puliría el tratado y compondría los fragmentos sobre las propiedades de los términos. Más que una mera traducción, el proyecto de Maloney es un estudio crítico de la lógica de Lambert en el contexto de sus contemporáneos y predecesores. Gracias a este libro, los estudiosos podrán investigar a Roger Bacon, Pedro Hispano y Lambert en el período 1240-60.

Lambert define la lógica como el arte de las artes, la ciencia de las ciencias. De su mano se abren todas las ciencias; sin ella permanecen cerradas; sin ella, nada, con ella, todo. Se ocupa de las proposiciones y de sus términos. La teoría de las propiedades de los términos constituyó la base de la teoría semántica de los medievales, que comprendía las propiedades de expresiones lingüísticas necesarias para explicar los tres conceptos centrales del análisis lógico: verdad, falacia e inferencia. William de Sherwood identificó cuatro propiedades de los términos: significación, suposición, copulación y apelación. Lambert prefiere un esquema quíntuple: suposición, apelación, restricción, distribución y relación.

La teoría de la suposición evolucionó a partir de la obra de Anselmo y Abelardo, en el siglo XII, para desarrollarse a lo largo del XIII y posteriormente. En el siglo XII, la distinción semántica primaria era entre significación, o univocación, y apelación. En el *De Grammatico*, de Anselmo, encontramos una distinción entre *significare per se* (la significación en sí misma) y *significare per aliud* (significar en relación a otro); lo segundo se denominó más tarde *appellare* (denominar o apelar). En el primer caso (*per se*), lo que se significaba era una forma, en lo segundo lo que se significaba o denominaba era un objeto. Los nombres propios, al nombre entes únicos, contrastan con los nombres apelativos, que nombran muchos. Univocación es la significación de una palabra unívoca.

La teoría medieval de la suposición se proponía, en un contexto aristotélico, explicar cuestiones similares a los que la lógica moderna considera al abordar la referencia, pluralidad, tiempo verbal y modalidad. De hecho, puede formalizarse con la lógica moderna. La suposición era una relación semántica. No podemos entender la suposición sin conocer la significación. En la semántica medieval, la significación era una relación convencional entre expresiones y objetos mediada por las particularidades de un lenguaje. Para Pedro Hispano y Lambert, la

significación precedía a la suposición. El significar pertenece a la expresión (pronunciación), pero el suponer pertenece a un término. En la sugerencia, *tómate otra copa*, lo que se supone es el vino que contiene. El *suppositum* lógico de un término era el objeto al que el término se refiere. Aquí, copa, como expresión, significa una copa, un recipiente; en cuanto término del idioma español, se usa para suponer el vino contenido en la copa. La significación la porta el término antes de que se emplee o tenga realidad; las demás propiedades son propiedades vinculadas con la realidad presente de los términos. De hecho, las demás propiedades dependen de la significación del término.

Los filósofos medievales se cuestionaron si las palabras significan conceptos o cosas. Abelardo habló de una distinción entre *significatio intellectuum* (significación de los conceptos) y *significatio rei* (significado de las cosas). Una novedad particular del siglo XIII fue concebir el concepto como signo. Lo encontramos en Lambert. Por ejemplo, «hombre» significa inmediatamente el concepto hombre; mas, por mediación del concepto, significa la segunda sustancia o forma del hombre. En coherencia, «hombre» es *suppositum* de todo hombre (Platón, Sócrates), pero «hombre» no indica singularmente a Platón, ni a Sócrates.

Así como la significación corresponde muy estrechamente —aunque no exactamente— a las ideas contemporáneas de significado o sentido, así la suposición corresponde, de alguna manera, a las nociones modernas de referencia, denotación y extensión. Sin embargo, la comparación dista de ser exacta.

Algunos términos amplían o restringen la suposición de otros términos en una proposición. Al calificar la palabra hombre con el adjetivo blanco, restringimos la suposición de hombre en la sentencia «Un hombre blanco está corriendo», mientras que un verbo en tiempo pasado amplía la suposición del sujeto; por ejemplo, «Una cosa blanca era negra» significa que se trata de algo que ahora es blanco pero fue negro. Lambert describe numerosos aspectos de una proposición que pueden producir ampliación o restricción. En lo que se refiere a la «appelatio», Lambert la define como la aceptación de un término para uno o varios supuestos que existen realmente, que están presentes.

De los predicables, otro capítulo importante de la *Logica* de Lambert, se había ocupado Aristóteles en las *Categorías* y Porfirio en la *Isagogé*. Predicables son las relaciones en las que algo dicho de un objeto puede afirmarse también de otro. Aristóteles reconoce cuatro: definición, género, propiedad y accidente. Porfirio añadió especie y diferencia, eliminando definición. Para un lógico medieval, *predicar* es decir algo de alguien o de un objeto como «una blusa blanca» o «el objeto A es blanco». Distínganse de los predicamentos o *categorías*; eran diez clases de entidades con que podríamos referirnos a algo: sustancia, cantidad, relación, cualidad, acción, pasión, tiempo, lugar, posición y posesión.

—Luis Alonso

Novedades *Otros títulos sobre psicología y neurociencias*



¿POR QUÉ ME TIENE QUE DOLER A MÍ LA CABEZA?

Agustín Oterino Durán

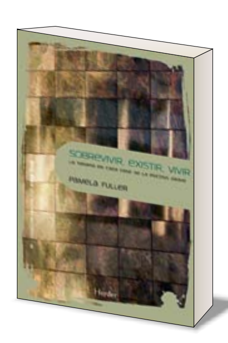
Universidad de Cantabria, 2015
ISBN 978-84-8102-729-7
238 págs. (17,10 €)



EL PARKINSON

Carmen Gil y Ana Martínez

CSIC, 2015
ISBN 978-84-00-09918-3
111 págs. (11,40 €)



SOBREVIVIR, EXISTIR, VIVIR. LA TERAPIA EN CADA FASE DE LA PSICOSIS GRAVE

Pamela Fuller

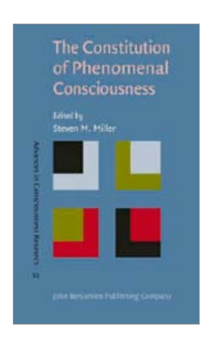
Herder Editorial, 2015
ISBN 978-84-254-3430-3
256 págs. (24,90 €)



SÍNDROME DE DOWN: NEUROBIOLOGÍA, NEUROPSICOLOGÍA, SALUD MENTAL

Jesús Flórez, Beatriz Garvia Peñuelas y Roser Fernández-Olaria

CEPE, 2015
ISBN 978-84-7869-999-5
528 págs. (60 €)



THE CONSTITUTION OF PHENOMENAL CONSCIOUSNESS

Dirigido por Steven M. Miller

John Benjamins Publishing Company, Ámsterdam, 2015

Consciencia fenoménica

Correlatos neurales de la consciencia

A lo largo de los siglos, la consciencia ha sido una realidad incuestionada, exclusiva del campo de la filosofía y del todo ajena al mundo empírico de la ciencia experimental. Hoy, un concepto vago para muchos, ocupa el centro de la investigación neurocientífica. La eclosión de trabajos sobre ella ha venido de la mano del desarrollo de nuevas herramientas empleadas en el estudio del cerebro. El refinamiento de las técnicas de formación de imágenes, la aplicación del registro de una sola célula y las diversas formas de intervención neural (por ejemplo, la estimulación del cerebro profundo y la estimulación magnética transcraneana) han generado nuevas formas de obtención de datos para la ciencia de la conciencia.

La consciencia fenoménica se plantea problemas científicos genuinos, tales como identificar en qué momento del desarrollo humano surge y en qué especies biológicas existe. La noción de consciencia fenoménica sigue alimentando el debate en numerosas cuestiones que hunden sus raíces en el clásico problema filosófico de la mente de los demás y la privacidad de los estados mentales. Los estudios de neuroimagen han resaltado, por su parte, la importancia de la conectividad funcional tálamo-cortical, en particular los bucles tálamo-corticales, en la emergencia de la consciencia. Así, desde una óptica neuroanatómica, la consciencia constituiría una propiedad emergente de conectividad funcional entre regiones corticales particulares dentro del teatro espacial neuronal global o la red fronto-parietal.

En años recientes han proliferado teorías de la consciencia desde planteamientos experimentales y clínicos. A modo de botón de muestra, la teoría de información integrada sobre la consciencia sugiere que esta depende de la capacidad del cerebro para sustentar pautas complejas de comunicación interna entre regiones específicas. Los filósofos de la mente se han mostrado especialmente activos. Desde flancos muy dispares o complementarios, neurocientíficos y filósofos se afanan en encontrar respuesta a un rosario interminable de preguntas. ¿Cuáles son las actividades del cerebro que constituyen la consciencia fenoménica? ¿En qué nivel de la actividad neural cerebral se constituye? ¿De qué modo distingue la ciencia entre correlatos neurales de la consciencia y la constitución neural de esta? ¿Qué podemos aprender de fenómenos bien estudiados como la rivalidad binocular, la atención, la memoria, el afecto, el dolor, los sueños y el coma? ¿Qué debería conocer la ciencia de la consciencia? ¿Cuál sería la explicación requerida en una ciencia de la consciencia? ¿Cómo debería aplicarse al cerebro la relación de constitución? ¿Qué decir de otras relaciones, como identidad, superveniencia, emergencia y causación?

Por la consciencia nos percatamos de nosotros mismos y de nuestro entorno; ella mediante, interaccionamos con los estímulos que nos llegan. Tres propiedades esenciales e interdependientes caracterizan a la experiencia consciente: el aspecto cualitativo (sensaciones relacionadas con una experiencia), el aspecto subjetivo (experiencia de primera persona) y apariencia de unidad (marco unificado e integrado). Además, intervienen otros aspectos específicos del sujeto (intencionalidad, talante, personalidad, características genéticas, etcétera).

Los constituyentes de la consciencia pueden abordarse en diversas escalas: moléculas, genes, células, circuitos neurales y sistemas neurales. Pero los componentes carecen de sentido en ausencia de contexto. Lo que exige abordar la organización de los componentes, los procesos que involucran tales componentes y su papel funcional en la producción de la percepción, cognición y conducta humanas. Aunque pocos cuestionan ahora que la consciencia pueda estudiarse científicamente, hemos de tener presente que se trata de un fenómeno único, cuyo estudio plantea retos que no se dan en otras ciencias. La investigación científica parte del supuesto de que la consciencia se asienta sobre procesos cerebrales. Y se centra en los llamados correlatos neurales de la consciencia, que asocian cambios operados en los procesos cerebrales a cambios registrados en esta, su campo de trabajo. Un concepto que se avanzó en los años noventa del siglo pasado.

La ciencia de la consciencia se funda, en efecto, en la búsqueda de los correlatos neurales de la consciencia; en particular, se propone identificar los correlatos mínimamente suficientes. Aunque no sepamos muy bien en qué consiste un correlato neural de consciencia. En términos generales, se refiere al estado o proceso neural que establece una relación biunívoca con un estado o proceso de consciencia. En síntesis, un estado neural N es un correlato neural de la consciencia de un estado C de la consciencia, si y solo si la existencia de N, consideradas las leyes de la naturaleza, es mínimamente suficiente para la existencia de C. Con otras palabras, la existencia de N es suficiente para la existencia de C. La verdad, sin embargo, es que no todo correlato neural de la consciencia empíricamente identificado resulta constitutivo de un estado consciente. De ahí la distinción obligada entre correlatos neurales de la consciencia y constitución neural de la consciencia. Un mantra académico que todo alumno de psicología se ve obligado a interiorizar dicta que no es lo mismo correlación que causación. Los correlatos neura-

les de la consciencia podrían no ser causas o componentes de esta.

No hay un correlato general, único. Existen múltiples correlatos neurales de consciencia, que dependen del tipo de contenido de consciencia. Unos correlatos neurales son centrales para el conocimiento de la consciencia; otros le son periféricos. Algunos autores creen que la acumulación de conocimiento sobre los correlatos neurales de consciencia relacionados con el problema fácil de consciencia podría resolver el problema duro. Otros, sin embargo, limitan la aplicación de la búsqueda de correlatos neurales a la consciencia de acceso o ignoran la distinción.

Uno de los aspectos más esquivos, y cruciales, de la consciencia es lo que David Chalmers denominó «el problema duro», es decir, el problema de la experiencia. Cuando pensamos y percibimos, se da procesamiento de información, pero existe también un aspecto subjetivo. Este último consiste en la experiencia individual. Cuando observamos, experimentamos sensaciones visuales: sentir la cualidad de la rojez, la experiencia de luz y oscuridad, la cualidad de profundidad del campo visual, etcétera. Y lo mismo puede predicarse de otras sensaciones y emociones. Pero algunos organismos somos sujetos de experiencia, y, aunque la experiencia surge de una base física, carecemos de una explicación de cómo y por qué aparece así. ¿Por qué un proceso físico ha de dar origen a una vida interior? El problema duro plantea explicar por qué y cómo surge la consciencia fenoménica. Pese a lo mucho que conocemos sobre el cerebro, seguimos ignorando de qué modo los estados neurales u otros estados físicos nos llevan a una rica vida interior. La cadena causal que cursa de los estados físicos a los conscientes sigue siendo un misterio. Ni las correlaciones implican necesariamente causalidad, ni los correlatos neurales de la consciencia tienen nada que decir sobre la causa y ni siquiera sobre la constitución de consciencia.

Un correlato neural de consciencia empírico puede reflejar prerrequisitos neurales de la experiencia consciente, formar parte de las consecuencias neurales de la experiencia consciente o integrarse en el sustrato neural de la experiencia consciente. Por correlato neural de la consciencia empírico ha de entenderse cualquier suceso neural, proceso neural, concentración química, cambio de actividad o cualquier otro acontecimiento cerebral, que se correlacione consistentemente con una experiencia consciente. En lo que atañe a los prerrequisitos neurales de la consciencia, puede ocurrir que el correlato neural empírico obtenido fuera necesario para que surja la experiencia consciente, *caeteris paribus*. Pero no constituye el sustrato neural de la consciencia. Considerado el estado de todos los demás procesos del cerebro, si ese episodio neural no aconteciera, la consciencia no se habría dado. Por consecuencias neurales de la consciencia se entiende la existencia de un correlato neural de consciencia empírico como resultado de la experiencia consciente. Dada esa experiencia consciente, se produce la activación. Por fin, el correlato puede ser la instanciación, la constitución neural o el sustrato neural de la experiencia.

Ante la relación entre estados de conciencia y sus correlatos neurales, unos sostienen que los estados de consciencia son idénticos a estados cerebrales. Otros autores contemplan los estados de consciencia como constituidos en cierta medida por estados cerebrales. Unos terceros defienden que los estados conscientes ni son idénticos a estados cerebrales ni están constituidos en cierta medida por estados cerebrales, sino que se les superponen (advienen a estos). Los fisicalistas sostienen que los cerebros físicos y los estados mentales están fundamentalmente compuestos de la misma sustancia. La tesis de que la consciencia forma parte del mundo físico puede entenderse de múltiples maneras. Una forma obvia es declarar que cada tipo de experiencia consciente es idéntica a determinado tipo de suceso cerebral: la experiencia de oler el aroma del café recién hecho, por ejemplo, es justamente tener una pauta particular de excitación nerviosa. Negar el fisicalismo no es negar que el mundo físico desempeñe un papel importante en la generación de los estados mentales. Los no fisicalistas han desarrollado varios experimentos mentales para desmontar la tesis fisicalista, como el argumento del conocimiento, de Frank Jackson, o el argumento del zombi, de David Chalmers. Los dualistas de sustancia sostienen que los cerebros físicos y los estados mentales constan de sustancias fundamentalmente diferentes.

Este libro acompaña a otro titulado *The constitution of visual conscousness: Lessons from binocular rivalry*. La visión humana es rica en contenido y experiencia. Percibimos contornos, colores, contrastes, brillos, formas, texturas, objetos, relaciones, profundidad y movimiento. Sobre todo ello construimos significados y centramos (o desviamos) la atención. De toda la información visual presentada podemos ser conscientes o no; en lo que somos visualmente conscientes existe un aspecto cualitativo o experiencial. Percibimos el color azul y, sobre esa base, se dice que somos fenoménicamente conscientes del carácter azul (azulidad).

La consciencia visual no es, por lo común, una experiencia perceptiva aislada. La azulidad se experimenta en conjunción con objetos o escenas azules. La forma, contexto, movimiento y significado de estos objetos o escenas contribuyen al estado fenoménico global. A lo largo de la experiencia visual, se experimenta un amplio espectro de contenido no visual en dominios tales como la audición (el sonido de olas que rompen), olfacción (olor de sal de la brisa), somatosensación (tacto con el agua fría), interocepción (sentido de relajación corporal) y afecto (sentimiento de felicidad). La consciencia fenoménica es, pues, compleja, multimodal y dinámica.

—Luis Alonso

Mente y Cerebro n.º 77, marzo de 2016



ISTOCK / MELNICHUK_IRA

Terapia

El enigmático poder del tacto

Las terapias «alternativas» existen desde tiempos remotos. Pero ¿funcionan? La medicina científica investiga ahora si el contacto de las manos sobre la piel puede acelerar la curación de heridas, mitigar el dolor y aliviar trastornos mentales. *Por Christiane Gelitz*

Medicina

Las secuelas de la anestesia

Los pacientes de la unidad de cuidados intensivos sufren con frecuencia episodios de confusión agudos. Si bien estos delirios suelen desaparecer un par de días tras la intervención quirúrgica, algunas personas padecen las secuelas durante largo tiempo. *Por Julia Beisswenger*

Cognición

En ruta con el navegador

Hoy en día resulta habitual dejarse guiar por el navegador digital mientras se conduce. Este hábito ha suscitado ciertas cuestiones entre los investigadores: ¿perjudica nuestro sentido de la orientación o, por el contrario, lo favorece? *Por Stefan Münzer*



ISTOCK / VIRTUALPHOTO

Neurología

Desarrollo cerebral en prematuros

Cada vez son más los bebés que sobreviven al nacimiento temprano. No obstante, apenas se conocen las consecuencias neurológicas que, a largo plazo, pueden presentar los recién nacidos prematuros. *Por Alison Abbott*



ISTOCK / IÑAKI ANTOÑANA PLAZA

Mente y Cerebro

Directora general: Pilar Bronchal Garfella
Directora editorial: Laia Torres Casas
Ediciones: Yvonne Buchholz, Anna Ferran Cabeza, Ernesto Lozano Tellechea, Carlo Ferri
Producción: M.ª Cruz Iglesias Capón, Albert Marín Garau
Secretaría: Purificación Mayoral Martínez
Administración: Victoria Andrés Laiglesia
Suscripciones: Concepción Orenes Delgado, Olga Blanco Romero

EDITA
Prensa Científica, S.A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª
08021 Barcelona (España)
Teléfono 934 143 344 Fax 934 145 413
e-mail precisa@investigacionyciencia.es
www.investigacionyciencia.es

Gehirn und Geist

Chefredakteur: Carsten Könneker (verantwortlich)
Artdirector: Karsten Kramarczik
Redactionsleiterin: Christiane Gelitz
Redaktion: Steve Ayan, Katja Gaschler, Andreas Jahn
Freie Mitarbeit: Liesa Klotzbücher, Rabea Rentschler, Joachim Retzbach, Daniela Zeibig
Schlussredaktion: Christina Meyberg, Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann, Anke Lingg, Gabriela Rabe
Redaktionsassistenz: Hanna Hillert
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck

DISTRIBUCIÓN
para España:
LOGISTA, S. A.
Pol. Ind. Pinares Llanos - Electricistas, 3
28670 Villaviciosa de Odón (Madrid)
Teléfono 916 657 158
para los restantes países:
Prensa Científica, S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª - 08021 Barcelona

PUBLICIDAD
NEW PLANNING
Javier Díaz Seco
Tel. 607 941 341
jdiazseco@newplanning.es

Tel. 934 143 344
publicidad@investigacionyciencia.es

SUSCRIPCIONES
Prensa Científica S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª
08021 Barcelona (España)
Teléfono 934 143 344
Fax 934 145 413
www.investigacionyciencia.es

PRECIOS DE SUSCRIPCIÓN:

	España	Extranjero
6 ejemplares	35,00 €	50,00 €
12 ejemplares	65,00 €	100,00 €

Ejemplares sueltos: 6,90 euros.
El precio de los ejemplares atrasados es el mismo que el de los actuales.

Colaboradores de este número
Asesoramiento y traducción:

Luis Bou: *Encefaloscopio*, *Despegarse de las redes yihadistas*, *Evolución de los hábitos de descanso en los humanos*, *Estimulación cerebral para tratar el síndrome de Rett*, *Movimiento imaginario*; Noelia de la Torre: *Aprender a hablar*, *Miedo a la felicidad*; Federico Fernández Gil: *Emociones bajo control*, *La consciencia: ¿solo un montón de neuronas?*, *El cerebro como obra artística*; Francesc Asensi: *Los efectos de la estimulación transcraneal*, *Marc Jeannerod, pionero de las ciencias cognitivas*; Ignacio Navascués: *«Los ultrasonidos llegan al cerebro profundo»*, *Neuronas nuevas para la memoria reciente*, *Síndrome de la excitación sexual persistente*

Portada: iStock / Mark Evans

ISSN edición impresa: 1695-0887 ISSN edición digital: 2385-5681
Dep. legal: B. 39.017 – 2002

Imprime Rotocayfo (Impresia Ibérica)
Ctra. de Caldes, km 3 - 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)
Printed in Spain - Impreso en España